LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告

平成 23 年 10 月　発行
平成 24 年 10 月　改訂

一般社団法人　日本電設工業協会
技術・安全委員会

目　　次

1章　はじめに　Page- 1

2章　LED について　Page- 3
2.1　発光原理
2.1.1 発光のしくみ
2.1.2 高輝度 LED チップの種類と発光色
2.1.3 白色 LED モジュールの原理と主な方式
2.2　特徴　Page- 5
2.2.1 高信頼性・長寿命
2.2.2 対環境性
2.2.3 分光スペクトルと誘虫性
2.2.4 色の再現性と演色性　Page- 6
2.2.5 発光効率　Page- 7
2.2.6 高輝度・高視認性　Page- 8
2.2.7 周辺温度特性　Page- 8
2.2.8 高速応答性
2.2.9 点滅制御での優位性　Page- 9
2.2.10　耐衝撃性
2.2.11　低出力時の効率特性
2.2.12　小型でコンパクト
2.3　寿命　Page-10
2.3.1 寿命の定義
2.3.2 劣化のメカニズム
2.3.3 試験による評価　Page-12
2.4　省エネルギー性
2.4.1 CO2 削減に向けた様々な方針・規制
2.4.2 器具組込み時の効率　Page-13
2.4.3 光学制御により高い器具効率　Page-14
2.4.4 色温度と演色性と効率　Page-15
2.5　市場動向　Page-16
2.5.1 店舗照明分野　Page-17
2.5.2 オフィスビル分野
2.5.3 屋外照明分野　Page-18
2.5.4 住宅照明分野

2.5.5 その他分野 page-18

3章　ランプ及び器具について Page-19
各社の代表的なベースライト形、ダウンタイト形、投光器形、 Page-20
高天井形の LED 照明器具
3.1　LED 照明器具 Page-28
3.1.1 ベースライト形
3.1.2 ダウンライト形
3.1.3 シーリングライト形
3.1.4 スポットライト形
3.1.5 投光器形 Page-29
3.1.6 高天井形
3.1.7 アンケートによる器具の種類
3.2　LED ランプ Page-30
3.2.1 直管形 LED ランプ
3.2.2 電球形 LED ランプ Page-32
3.3　制御装置
3.4　調光装置 Page-33
3.4.1 パルス幅制御（PWM 調光制御）
3.4.2 振幅制御（位相調光制御） Page-34
3.4.3 配線及び制御信号方式 Page-35
3.4.4 今後普及が期待される制御信号方式 Page-36

4章　現状と課題 Page-40
4.1　器具総合効率の向上
4.2　高輝度（グレア）について Page-41

4.3　価格について
4.4　更なる長寿命化について Page-42
4.5　演色性について
4.6　ノイズについて Page-44
4.7　高調波について Page-45
4.8　色のばらつき Page-47
4.9　フリッカ及びちらつき

5章　関連法規・規格との整合性と動向 Page-49

5.1　電気用品安全法
5.2　日本工業規格（JIS）　Page-51
5.3　直管形 LED ランプの規格化の動き　Page-52
5.3.1 日本電球工業会規格 （JEL801：2010）
－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－
5.3.2 日本電球工業会規格 （JEL802：2012）　Page-53
－くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－
5.4　電球形 LED ランプの性能表示の規格化について　Page-54
5.4.1 電球形 LED ランプの形式付与方法　JEL800:2010　Page-55
5.4.2 電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン　ガイド-008　Page-56
5.4.3 不当景品類及び不当表示防止法について
5.5　国際規格化の動き
5.6　海外の動向　Page-57
5.6.1 米国の標準化の動きと米国エネルギー省(DOE)のレポート(CALiPER)
5.6.2 欧州における標準化の動きと照明器具工業会のレポート　Page-58
5.6.3 韓国の規格化の動き
5.6.4 台湾の規格化の動き
5.6.5 中国の規格化の動きと認証制度　Page-59
5.7　LED 照明器具の導入促進に関する法律
5.7.1 低炭素投資促進法
5.7.2 グリーン購入法

6章　施工上の留意点　Page-61
6.1　適用規格について
6.1.1 JIS(日本工業規格)に於ける安全性能事項
6.1.2 JIS(日本工業規格)に於ける性能要求事項　Page-65
6.2　法規上の注意点　Page-69
6.2.1 電気事業法と電気設備の技術基準との関係
6.2.2 電気用品安全法との関係　Page-70
6.3　器具の選定　Page-71
6.3.1 器具の使用条件
6.3.2 制御装置と LED モジュールの適合性　Page-72
6.3.3 光源の色むらについて
6.3.4 直管形 LED ランプ使用時の注意点
6.3.5 電球形 LED ランプ使用時の注意点　Page-74
6.4　設計での検討　Page-76

6.4.1 照明設計での検討 Page-76
6.4.2 照明手法での検討 Page-78
6.4.3 配線設計時の留意点 Page-79
6.4.4 調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点 Page-82
6.5 施工時の検討 Page-83
6.5.1 器具の発熱と放熱対策
6.5.2 器具の接続方法 Page-84
6.5.3 屋外で使用する場合の注意点 Page-86
6.5.4 耐震支持及び重量対策 Page-87
6.6 器具を改造する場合の留意点 Page-91
6.6.1 器具を改造した場合の補償責任
6.6.2 認定・評定及び検定品の改造
6.6.3 器具を改造する場合の注意点

7章 おわりに Page-93

参考資料-1：
『直管蛍光ランプ形 LED』と弊社照明器具との組み合わせについて Page-94

参考資料-2：経済産業省製品安全課
事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について Page-95

参考資料-3：経済産業省商務流通グループ製品安全課
電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について Page-97

参考資料-4：経済産業省商務流通グループ製品安全課
直管型 LED ランプを専用に使用する灯具に対する技術基準要求について Page-98

参考資料-5：消費者庁
一般照明用電球形 LED ランプ販売業者 12 社に対する景品表示法に基づく措置命令について Page-99

参考資料-6：
天井材への荷重負担について Page-101

一般社団法人　日本電設工業協会　技術・安全委員会
LED 照明器具取付標準化ワーキング

主査	齋藤　芳栄	㈱九電工
委員	今村　直大※	日本電設工業㈱
	早坂　　理※	日本電設工業㈱
	川上　浩稔	日本電設工業㈱
	内田　隆一	三機工業㈱
	重共　誠一	㈱関電工
	橋本　継夫	㈱関電工
	渡辺　一司※	住友電設㈱
	谷沢　治之	住友電設㈱
事務局	種部　恵三	(一社)日本電設工業協会
	野々村　裕美	(一社)日本電設工業協会
	遠藤　衡樹	(一社)日本電設工業協会

※印は、前任者を示す

1章　はじめに

光源の歴史は図-1.1.1 に示すように、第 1 世代の蠟燭、石油ランプ、ガス燈から 1897 年に第 2 世代の白熱灯、更に 1938 年に第 3 世代の放電灯と繋いで、そして 1996 年に従来の白熱灯や蛍光灯・放電灯に代替可能な固体照明として、第 4 世代の白色 LED が誕生した。

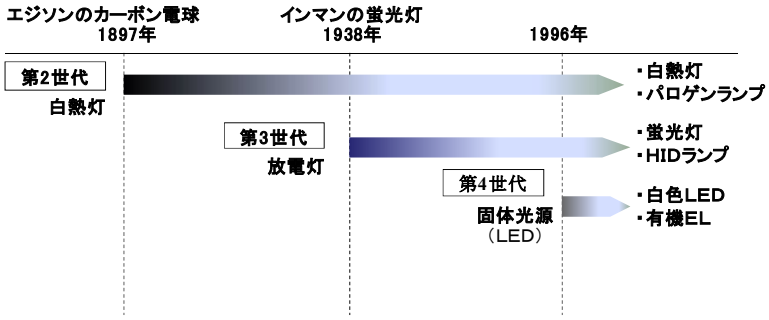
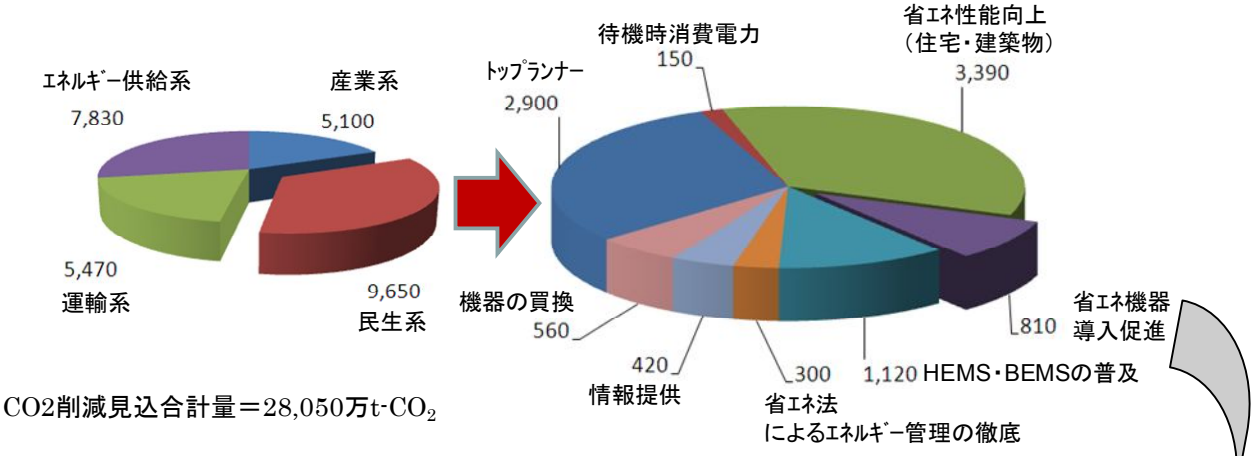


図-1.1.1　照明用光源の歴史と LED 照明

白色 LED は“21 世紀のあかり”と言われ、誕生以来 14 年が経過しようとしているが、ここ 1～2 年の進歩は目覚ましいものがあり、急速に市場に広がる様相を見せている。

また、白色 LED を使用した LED 照明は、京都議定書で示された CO_2 削減の数値目標とも密接な関係がある。図-1.1.2 に示すように『高効率照明の採用で 340 万 t-CO_2 の削減』の目標数値は、従来の白熱電球を LED 照明又は高効率蛍光灯に置換える事により達成可能であるとされ、官民共に LED 照明の導入検討を進めてきた経緯がある。

注記.　白熱灯器具の年間消費電力量は 1,300,000 万 kWh／年であり、これを CO_2 排出量に換算すると 507 万 t-CO_2／年（CO_2 換算に当たっては環境省資料（平成 18 年 6 月）の数値 0.39kg-CO_2／kWh を採用）になる。これを LED 照明等、高効率で省エネ性の高い照明器具に置換える事により、その内の 85%にあたる 430 万 t-CO_2 の削減が見込まれており、削減目標の 340 万 t-CO_2 を十分達成する事になる。



※. 省エネ機器導入促進により CO2 排出削減量 810 万 t-CO2 を見込む。その内高効率照明器具及び LED 照明の導入により 340 万 t-CO2 を見込む。

出典：エネルギー起源 CO2 排出量に関する京都議定書の目標について
「2010 年エネルギー起源 CO2 排出量見通しの再計算」（国土交通省ホームページより）

図-1.1.2　京都議定書の CO2 削減目標と LED 照明器具の関係（記載数値単位：万 t-CO_2）

このような背景の中、今まで照明とは関係の少なかった半導体・電子部品分野等、国内・海外を含め幅広いメーカーが照明分野に参入してきており、安全性・品質等、標準化が早急に求められているところである。

エンドユーザーに一番近い存在である(一社)日本電設工業協会においても、LED 照明に関する課題と検討事項を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 4 月に技術・安全委員会の中に LED 照明器具取付標準化ワーキングを立ち上げた。

ワーキングでは、照明器具・ランプ等の関係諸団体並びに製造業者と意見交換の場を持ち、また、当協会の各会員企業の協力を仰ぎながら作業を進めて来たところである。今回の報告書は『LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討』と題して施工標準化に向けた報告として、広く LED 照明を理解してもらうために纏めた。

本編では第 2 章から第 5 章で LED 照明に関する基礎編として、その特徴、器具の種類、現状の課題及び関連法規・規格の動向等について、一般的な内容を中心に記述し、第 6 章では施工標準化を目的とした施工編として、基礎編と重複する部分はあるが、施工にあたって特に注意を必要とする点を中心に記述している。

用語の整理

LED と言っても幅広い意味を持つため、本編では LED 関連用語の使い分けを下記の通りとした。

(1) **LED チップ**

発光ダイオードそのものを表し、LED 単体を示す。

(2) **LED モジュール**

1 つの光源として取り扱えるよう LED 単体を基板等に実装するか、又は複数の LED チップを配列して機械的、電気・電子的、光学的構造部品を含む要素で構成して光源とされるユニット又は集合体をいう。

(3) **LED ランプ**

LED モジュールが組込まれた製品で、口金を備え安定的に点灯動作ができる物をいう。点灯動作に必要な付加装置を内蔵する物（制御装置内蔵形 LED ランプ）が一般的である。

(4) **LED 器具又は LED 照明器具**

LED モジュールからの光を分配、透過又は変化させ、且つ LED モジュールまたは LED ランプを支持し、固定し、保護するために必要な部材と制御装置（電源）に接続するために必要な回路を持つ装置。LED モジュールと一体となった器具と LED ランプ分離の器具がある。

2 章　LED について

2.1　発光原理

LED とは発光ダイオード（Light Emitting Diode）と呼ばれる半導体のことで、これまでの白熱ランプや蛍光ランプ・HID ランプと異なり、物質に与えた電気エネルギーが直接光に変わる新しい仕組みを持つ光源である。本文では一応知識として知っておきたい基本事項を簡単に述べる。

2.1.1　発光のしくみ

LED チップは電子が余った状態にある n 型半導体と電子が不足している（この状態を正孔と呼ぶ。）p 型半導体を接合させた構造を持つデバイスで、電圧を印加することにより接合面（ジャンクション）で電子と正孔が再結合するが、結合する際にエネルギーが光や熱に変換される。その際エネルギーレベルの差に応じて光の波長は変化する。エネルギーレベルの差をバンドギャップ（禁制帯）と呼ぶが、その幅は半導体の材質により変化する。図-2.1.1 に電子と正孔の再結合及びエネルギーレベルの差と光の波長の関係を示す。

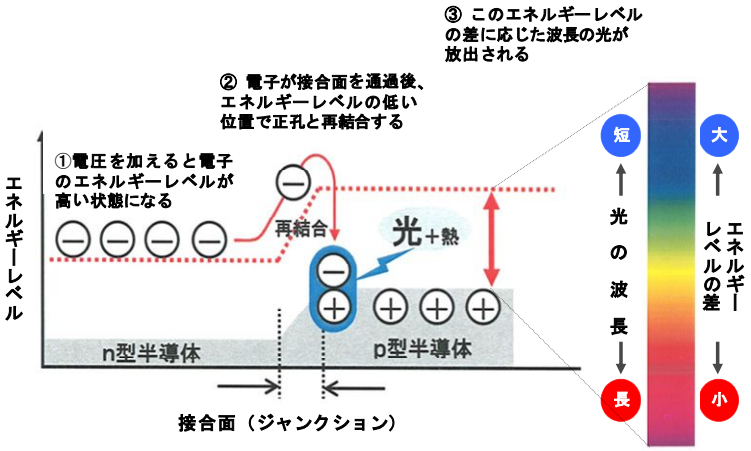


図-2.1.1　電子と正孔の再結合及び
エネルギーレベル差と光の波長

2.1.2　高輝度 LED チップの種類と発光色

LED チップは材質により、様々な発光色を実現することができる。例えば赤色 LED チップは GaAsP 素子（ガリウム砒素リン）であり、青色 LED チップは InGaN 素子（インジウム窒素ガリウム）である。

図-2.1.2 に LED チップの材質と発光色の関係を示す。InGaN 素子は近紫外（365nm）～赤（620nm）まで発光可能であるが、長波長では効率が低下するため、緑（520nm）までしか利用されておらず、これを超える波長の橙（590nm）～赤（635nm）は 4 元混晶系※1 の AlInGaP 素子等が使用されている。

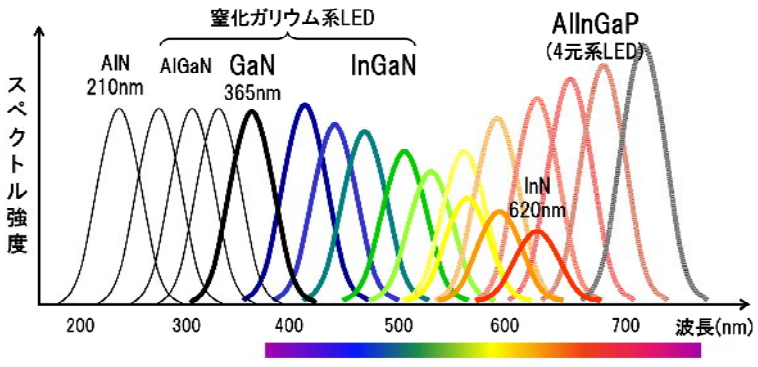


図-2.1.2　LED チップの素子材料と発光色の関係

注記. ※1　4 種類以上の元素を組み合わせた半導体のことで、AlInGaP はアルミニウム（Al）、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、リン（P）の 4 元素の化合物半導体である。

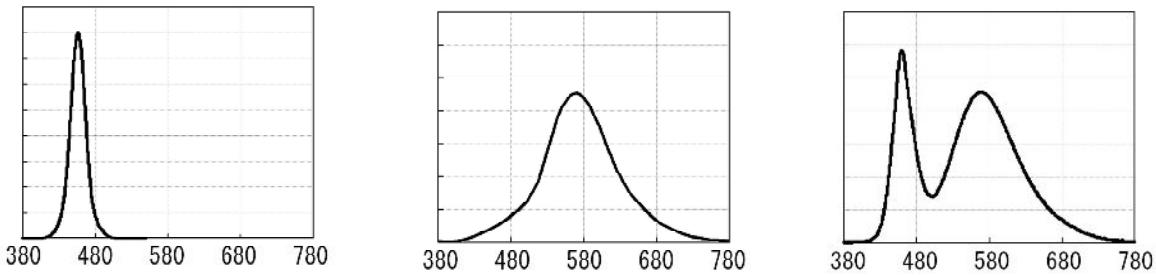
2.1.3　白色 LED モジュールの原理と主な方式

LED チップで白色光を作る代表的な方式は、表-2.1.1 に示す 5 種類であり、各々メリット、デメリ

ットがあるが、当面は使用される用途により使い分けられていくと考えられる。

⑴　青色の LED チップにより、黄色蛍光体を光らせる方式

5 方式の中で一番発光効率が高い方式で、LED チップの青色光とその光で励起される補色の黄色を発光する蛍光体の組み合わせにより白色を作り出す。図-2.1.3 に LED チップが発光する 460nm の青色光スペクトルと、その光の照射を受け励起される幅広い黄色系の発光励起スペクトル（約 560nm に発光ピークを持つ）の組み合わせで作る白色光スペクトルを示す。この方式は発光赤色領域の不足を指摘されているが、最近は発光ピーク位置を移動するなどの方方法により赤色や青緑色を補った改良型が最近開発されている。



(a)青色LEDチップスペクトル　(b)黄色蛍光体変換光スペクトル　(c)パッケージ白色光スペクトル

参考文献：宮崎康弘,下田則和,藤原興起,葛原一功,横谷良二,森哲,「高出力・低色度ばらつき LED パッケージ製造法」,p10,松下電工技報(vol.55　No.2)

図-2.1.3　青色の LED チップと黄色蛍光体の組合せで作る白色光スペクトル

⑵　青色の LED チップにより、緑色、赤色蛍光体を光らせ、青／緑／赤の三原色を作る方式

青色の LED チップにより緑色と赤色の光を作り出す蛍光体の開発を進め、青／緑／赤の光の三原色を発生する LED モジュール開発して、平均演色評価数の改善を行っている。

⑶　近紫外又は紫色の LED チップにより、赤色・緑色・青色の蛍光体を光らせる方式

3 波長形蛍光灯ランプと同じ発光方式で、近紫外又は紫色の LED チップにより赤・緑・青色の蛍光体を励起させる方式で、演色評価数が高く、色味が自然で物を見えやすくする白色光を得ることができる。

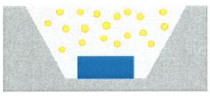
⑷　色の LED チップ（赤色・緑色・青色）を組み合わせる方式

見た目には白色光が得られる方式で光を直接見せるディスプレイや大型映像装置に向いているが、放射エネルギーのない波長域があり、物の見え方が不自然になることがあるため、物を照らす照明用途には不向きである。従って、三原色を制御して様々な光を演出する等、特殊な用途に使用することが主として考えられる。

⑸　補色となる 2 色の LED チップ（赤色・青緑色）を組み合わせる方式

3 色の LED チップに比べて回路構成はやや簡単になるが、3 色の LED チップと同様な特性があり白色 LED モジュールには不向きである。但し、3 色 LED に比べると特性が劣るものの、光を制御する用途には適している。

表-2.1.1　白色 LED モジュールの主な方式と比較

方式		イメージ図	特徴					備考
			色再現性	色安定性	調色性	明るさ	コスト	
励起方式（短波長LED+蛍光体）	（1）青色LED ＋ 黄色蛍光体		△	△	△	○	○	● 現在の主流方式。 ● 蛍光体の塗布量等により色バラツキが目立ちやすい。 ● 演色性の改善形も出始めている。
	（2）青色LED ＋ RG蛍光体		△～○	○	○	△	○	●高演色性が最大のメリット。 ●効率は“青色LED＋黄色蛍光体”方式より劣るが、RGB3蛍光体による(3)方式より、効率は優れている。 ●LEDモジュールの開発が進んでおり、演色性と高効率を併せ持つモジュールの製品化が待たれる。
	（3）紫色(近紫)LED ＋ RGB蛍光体		△～○	○	○	△	○	●(2)方式以上の高演色性が可能な方式。 ●近紫外線LEDの発光効率が低く、実用化されているものの効率は“青色LED＋RG蛍光体”方式より劣る。 ● 寿命の改善が課題。
混光方式（三原色 補色）	（4）R･G･B 3色LEDの混合		△	△	○	△	×	● 各色LEDのバラツキ抑制が必要。（白色にした場合の色バラツキが目立ちやすい） ●LEDの色によって点灯電圧が異なるため、回路構成が複雑になる。 （LED順電圧Vfは赤のみ2V台で青･緑は3V）
	（5）補色となる 2色のLEDの混光 （青緑色LED＋ 赤色LED）		△	△	○	△	△	

2.2　特徴

2.2.1　高信頼性・長寿命

LED チップは熱対策がなされた場合は、基本的に半永久的な寿命を持つため、LED モジュールの寿命は、封止樹脂やパッケージ材料等の耐久性で寿命が決まってくる。通常の LED モジュールで数万時間（40,000 時間超過）※1の寿命を持つ。これは白熱灯と比較して約 10～20 倍長く、蛍光灯との比較では 3～4 倍の長さに相当する。

注記.　※1　(社)日本電球工業会の標準仕様書 TS C 8153「照明用白色 LED 装置性能要求事項」に、製造者はこの規定に則って製造することが求められている。

2.2.2　対環境性

LED チップは化合物半導体素子と樹脂、金属電極にて構成されており、蛍光灯のように水銀等の RoHS 指令※1における有害物質を使用していないため、環境性に優れている。但し、赤色 LED チップ等には GaAs 系材料が使用されているため、毒性有害物質のヒ素（As）を含む半導体として疑問視されているが 450℃以下では安定した物質であり問題ないとされている。最近は GaAs 基板を除去し、他の材料に貼り合わせる技術開発も進んでいる。

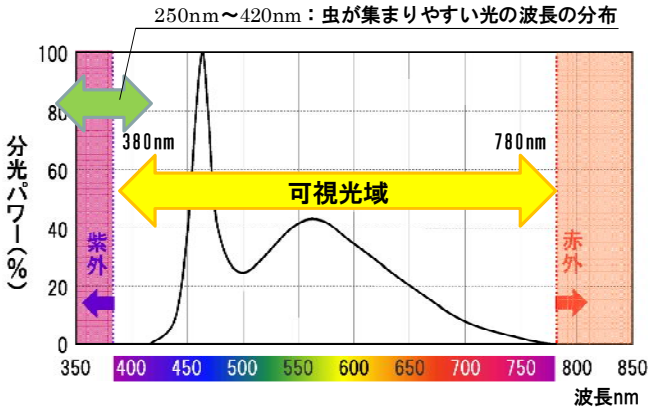
注記.　※1　RoHS は、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についての欧州連合(EU)による指令であり、水銀は特定有害物質に指定されている。

2.2.3　分光スペクトルと誘虫性

白色 LED の発光域は図-2.2.1 の分光スペクトル図に示すように可視光域にあり、780nm 超過の赤外線域の光をほとんど含まない。このため展示商品の熱劣化を抑えることが出来て、生鮮食品等の照明器具として最適である。※2 また、380nm 以下の紫外線域の光についてもほとんど発光しないため、

展示物の紫外線劣化を嫌う美術品や博物館等の照明器具としても期待されている。

また、図-2.2.1 に白色 LED モジュールの分光スペクトラムと誘虫指数を示すが、虫が集まりやすい光は、短波長の 250～420nm 間に多く分布しており、特に 380nm 以下の紫外線の領域に顕著に分布している。白色 LED モジュールは 420nm 以下の短い波長をほとんど発光しないことから、誘虫性の低い照明器具としても期待されている。



	蛍光水銀灯	バラストレス水銀灯	LED		ミニハロゲン
			白色タイプ	電球色タイプ	
誘虫指数	100	103	17	10	17

図-2.2.1　白色 LED モジュールの分光スペクトルと誘虫指数

注記.　※2　LED モジュールから発生する熱が、器具本体に伝導し輻射熱が発生するため、被照射体への熱は僅かであるが発生する。

2.2.4　色の再現性と演色性

LED モジュールは狭い発光スペクトルを持つことから、色の純度が高く様々色の再現が可能であると言われているが、一般照明用に使用される白色 LED モジュールは、青色 LED 素子と黄色蛍光体の組合せが主流であるため、表 2.2.2 に示す演色評価試験色の内 R8～R10 の暖色系の演色評価数が低い傾向にあった。しかし、最近では RGB の蛍光体を織り交ぜる等の技術が進み、図-2.2.2 に示す高演色 LED ランプ（平均演色評価数 Ra92）のように、R1～R15 まで演色評価数がほぼ均等に高い数値を得る高い演色性の LED 照明器具も出現し、様々な色の再現性の高い LED 照明器具も開発されるようになってきている。

表-2.2.2　演色評価数の計算に用いられる色

区分	演色評価数	近似的マンセル記号	昼光下の色の見え方
平均演色評価用	R_1	7.5R 6/4	Light grayish red
	R_2	5Y 6/4	Dark grayish yellow
	R_3	5GY 6/8	Strong yellow green
	R_4	2.5G 6/6	Moderate yellowish green
	R_5	10BG 6/4	Light bluish green
	R_6	5PB 6/8	Light blue
	R_7	2.5P 6/8	Light violet
	R_8	10P 6/8	Light reddish purple
特殊演色評価用	R_9	4.5R 4/13	Strong red
	R_{10}	5Y 8/10	Strong yellow
	R_{11}	4.5G 5/8	Strong green
	R_{12}	3PB 3/11	Strong blue
	R_{13}	5YR 8/4	西洋人の肌色（Light yellowish pink）
	R_{14}	5GY 4/4	木の葉の色（Moderate olive green ）
	R_{15}	1YR 6/4	日本人の肌色（JISのみの規格）

注記. 平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 の演色評価数の計算に用いられる 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を平均演色評価用とし、対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。基準光で見た時を 100 とし、色ずれが大きくなりに従って数値が小さくなる。

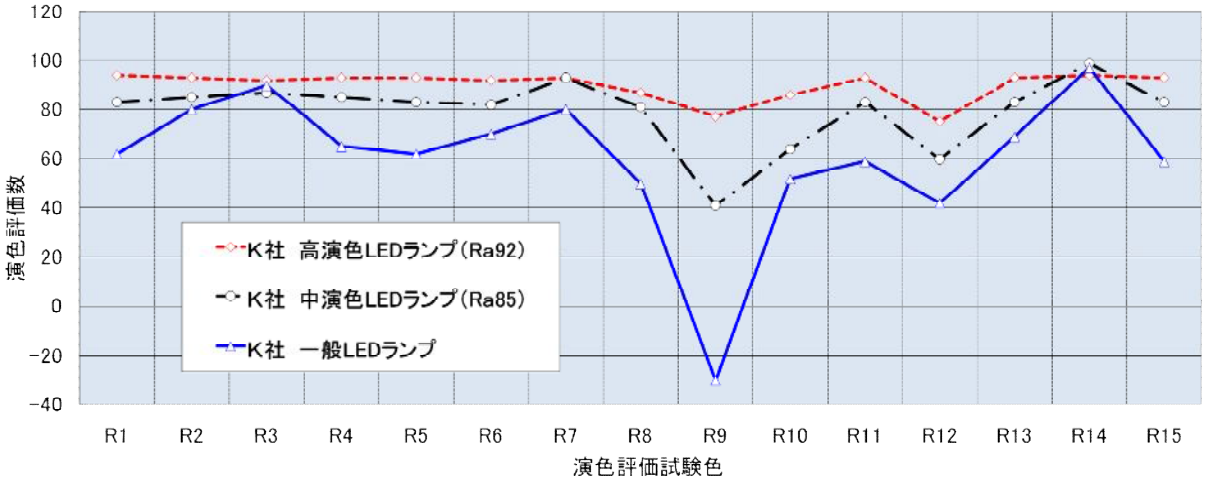
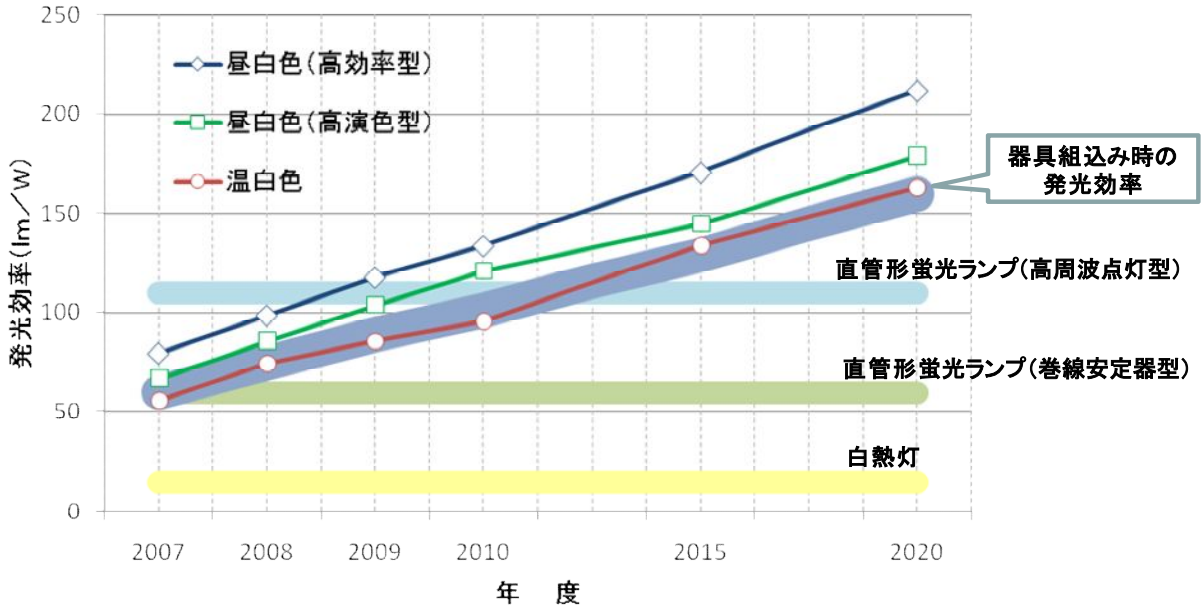


図-2.2.2　高演色性 LED 照明器具の演色評価数グラフ

2.2.5　発光効率

白色 LED モジュールにおいて、ベースである青色 LED チップの発光効率の向上や、LED モジュールの放熱技術の向上により、図-2.2.3 に示すように、2012 年時点で 160 ﾙｰﾒﾝ／W を超える発光効率の LED モジュールが量産されようとしている。これに比例して器具組込み時の効率も 100 ﾙｰﾒﾝ／W を超過し 120 ﾙｰﾒﾝ／W の製品も生産されるようになってきており、現行の最高効率の性能を有する Hf 蛍光灯器具を追い越す勢いで器具効率の改善が進んでいる。白色 LED モジュールは色温度より効率に差はあるものの、将来さらに各要素技術が進歩すれば 210 ﾙｰﾒﾝ／W 以上の効率を有する白色 LED モジュールの出現も夢でない状況に来ている。



参考文献：「白色 LED の技術ロードマップ」,p.1,LED 照明推進協議会,2008 年 4 月

図-2.2.3　白色 LED モジュールの発光効率と照明器具組込み時の効率の推移予測

2.2.6　高輝度、高視認性

LED 照明は輝度が高く高視認性であるため、光源を直視して使用する信号機などに向いている。視認性が良好で屋内外を問わずに幅広く使えること、超高輝度タイプは昼間でも充分な視認性を持つ明るさを放つため、情報表示板等から特殊照明までの応用性を持つ。

2.2.7　周辺温度特性

LED モジュールは温度上昇により効率が低下する傾向にあり、逆に温度が低下すると効率が向上する。図-2.2.4 に周辺温度と相対光束特性のグラフを示すが、低温においても発光効率が低下せず、逆に発光効率が良くなる特性を利用して、従来使用できなかった蛍光灯等に代わって、寒冷地向け照明器具や冷蔵庫・冷凍庫等の低温場所向け照明器具の開発も進んでいる。低温環境で使用するためには、照明器具やランプの結露対策、防湿・防水性能の向上が不可欠で有るが、－40℃～＋35℃と広範囲の温度条件で使用できる器具も開発されている。

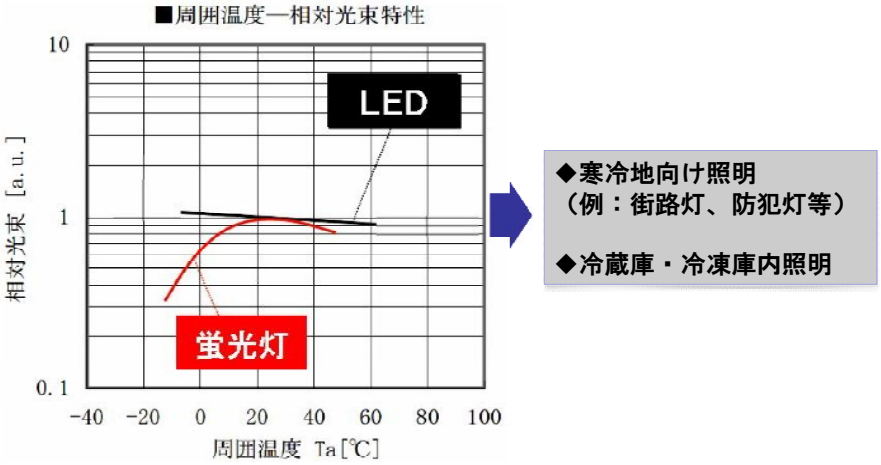
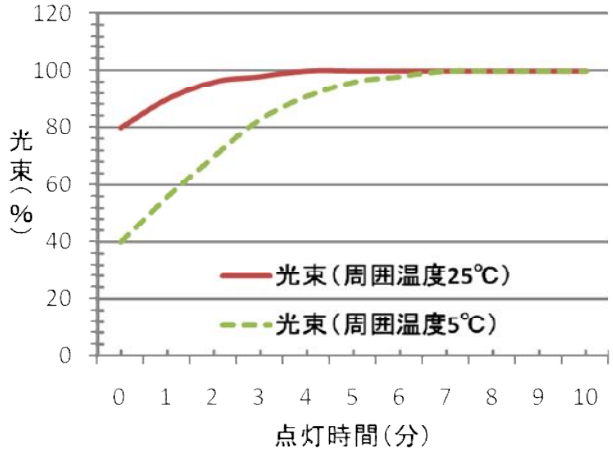


図-2.2.4　LED 照明器具の光束－周辺温度特性

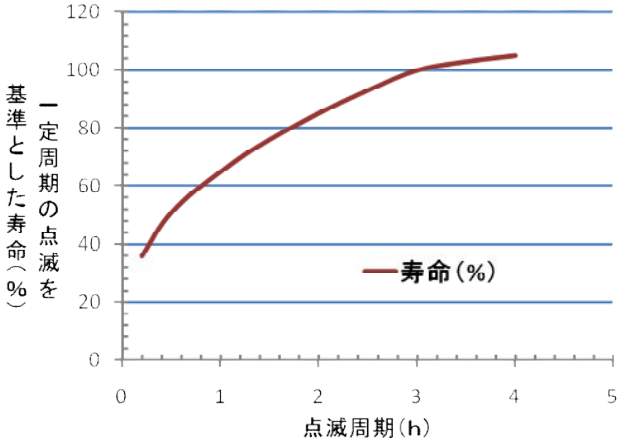
2.2.8　高速応答性

LED チップは半導体の電子と正孔の再結合による直接的な発光現象を利用しているため、応答時間が数十~百ナノ秒と非常に短く、応答時間 0.1 秒程度の白熱電球や放電の安定化のため様々な付加回路を有する蛍光灯や放電灯よりも遙かに早い。



注記. 安定時の光束を 100%とした場合の FL40W の時間と光束の関係を%で示す。

図-2.2.5　蛍光ランプの光束立ち上がり特性



注記.　点滅周期とは、3 時間周期の点滅を繰り返した場合を 100%として比較した数値（%）を示す。

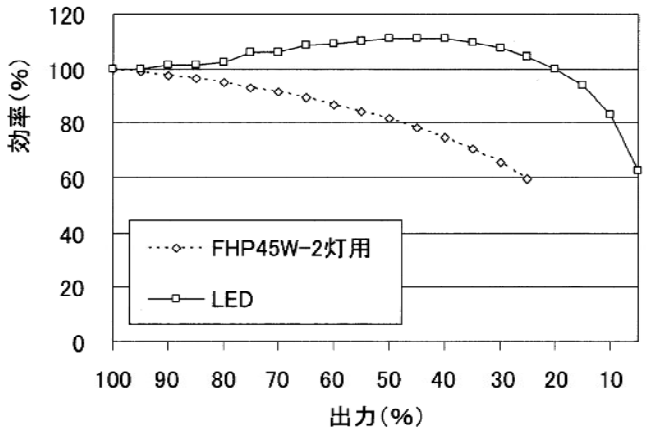
図-2.2.6　蛍光ランプの点滅周期と寿命

2.2.9　点滅制御での優位性

最近、省エネルギーを狙って、人感センサー等による不在時の消灯制御を採用し点滅の頻度が増えるケースが多い。蛍光ランプを光源とした場合には、図-2.2.5 に示すように、冬場等の低温時において、点灯直後の立ち上がりが遅いことから、必要とされる所定の明るさに中々達せず、照度不足を指摘されることがある。また、蛍光ランプは人感センサー等を利用したこまめな点灯で、短いサイクルの点滅回数が多くなれば、ランプ始動時でのエミッター（電子放出物質）の消耗が激しく、図-2.2.6 に示すように、寿命を犠牲にすることになる。一方 LED モジュールは応答性に優れており、点灯時の立ち上がりが早く、点灯直後の照度不足が発生しないことや、点滅に伴う影響を受けない等の優位性を持つ。

2.2.10　耐衝撃性

LED モジュールは半導体素子と樹脂が基本構成であるため、ガラス管を用いている白熱電球や蛍光灯に比べて、振動や衝撃に強いという特徴がある。そのため、振動の激しい製造機械の機側照明器具や作業環境の厳しい工場等、その特長を生かす分野への応用が期待されている。



注記．出力 100%時の効率を 100%と設定した時の各出力での効率

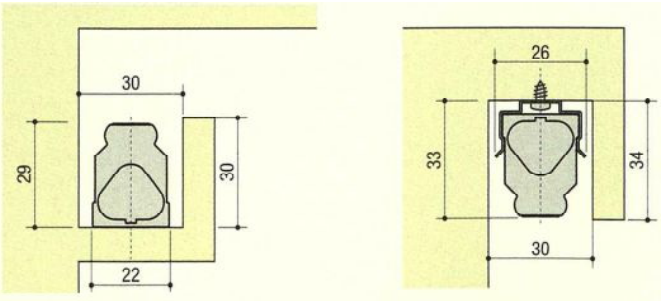
図-2.2.7　白色 LED 照明とコンパクト蛍光ランプ FHP45W の出力と効率の関係

2.2.11　低出力時の効率特性

省エネルギーの目的で、初期照度補正や、作業に合わせた適正な照度補正を行える調光システムを、オフィス等の照明計画で採用するケースが多く見られるようになってきている。しかし蛍光灯器具は低出力時に効率が低下するため、調光しても期待通りの省エネルギー効果が得られない場合がある。一方、白色 LED モジュールは、駆動電流を変えることにより全光束が大きく増減する。この時の発光効率は、駆動電流が増加すると低下し、電流が減少すると向上する傾向になる。図-2.2.7 に一例であるが、コンパクト蛍光灯 FHP45W-2 と LED 照明の出力と効率の関係をグラフにしたものを示す。このグラフから解るように、この LED 照明の場合は出力を 25～80%の範囲で低下させた時に効率が向上する特性を有しており、通常の調光範囲では効率の低下が生じないため、省エネルギーに最適な照明器具と言える。

2.2.12　小型でコンパクト

LED 照明は半導体材料からなる固体光源であるため小型・軽量であり、省資源性の高い器具と云える。LED 照明は点光源として扱うことが可能であり、照明器具としてデザイン性に富んでいるため、従来の光源では実現困難な狭いスペースへの組込みや、自由自在な形状の照明設計が可能である。しかし建築化照明を計画するに当たっては、デザイン性を優先するあまり、放熱特性を無視した計画を行うことがないように留意することが必要である。図-2.2.8



取付スペースやランプ交換の問題で計画が難しかった狭い空間の間接照明も、LEDラインモジュールならスリムな灯具本体で実現可能に、但し、従来器具に比べて発熱は少ないが、放熱対策は必要。

出典：㈱遠藤照明カタログより

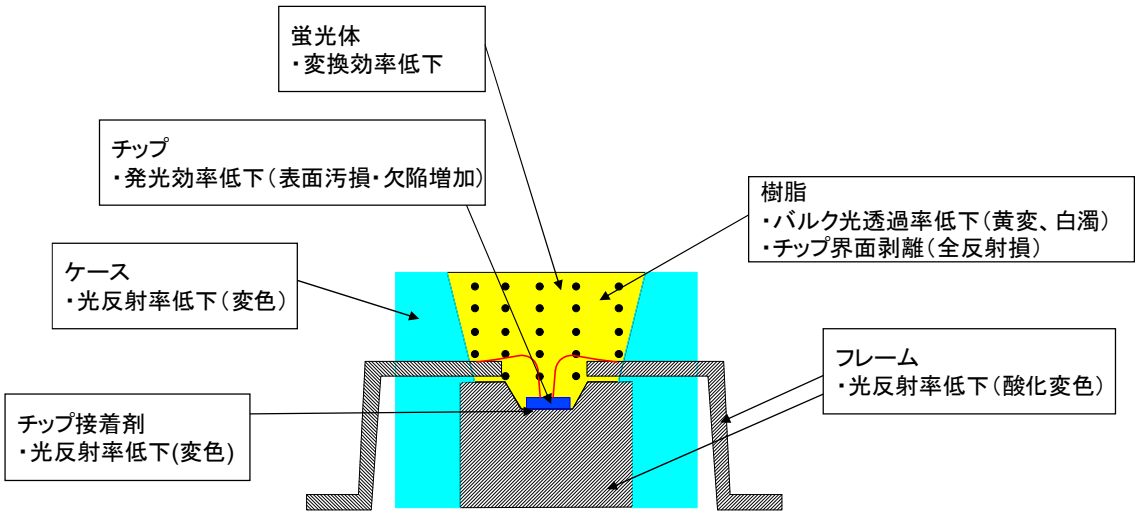
図-2.2.8　LED 照明を利用した建築化照明の例

に建築化照明計画の一例を示す。これは放熱性や施工性を考慮した場合の最小スペースの例であるが、LED 照明は長寿命であっても故障しないとは言えないので、将来の器具取替えを考慮した計画を行うことが重要であり、メーカーと事前にこの点を踏まえた打合せを行うこと。また、LED 照明は指向性が強く、色のバラツキがあることから、美しい間接照明を計画するためには、LED 照明の特徴を理解して行うことが必要である。

2.3　寿命

2.3.1　寿命の定義

LED は固体発光方式のため、従来の光源である白熱灯のようにフィラメントの断線等により点灯しなくなることがないが、LED チップを封止している樹脂等の劣化によって光の透過性が低下し光束減退が発生する。図-2.3.1 に温度、光、水分、酸素等の外的要素による LED モジュールの劣化現象を示す。従来の LED モジュールは表示用途が中心であり、視認できる光の強さを基準に、光束維持率が 50%の点を寿命としていたが、照明器具用途で使用される場合が増えたことから、(社)日本照明器具工業会が 2010 年 7 月に改正した JIL5006「白色 LED 照明器具性能要求事項」の中で「一般照明用器具の光源として使用する場合の LED モジュールの寿命は、全光束が初期全光束の 70%又は、各メーカー、その評価技術は異なるものの使用環境・条件を規定し、不点になるまでの点灯時間又は初期の明るさ（光束又は光度）の 70%に低下する時間とする」と定義している。また 2011 年 12 月 20 日に制定された日本工業規格 JIS C 8105-3:2011 照明器具－第 3 部：性能要求事項通則の附属書 A の中でも同様の内容で定義されている。



全ての劣化要素に温度が関係し、放熱対策が重要となる。
併せて樹脂、ケース、チップ接着材及び蛍光体は紫外線成分等の光が影響する。

出典：LED 照明信頼性ハンドブック,第 2 部実務編,p24,LED 照明推進協議会

図-2.3.1　外的要素による LED モジュールの劣化現象

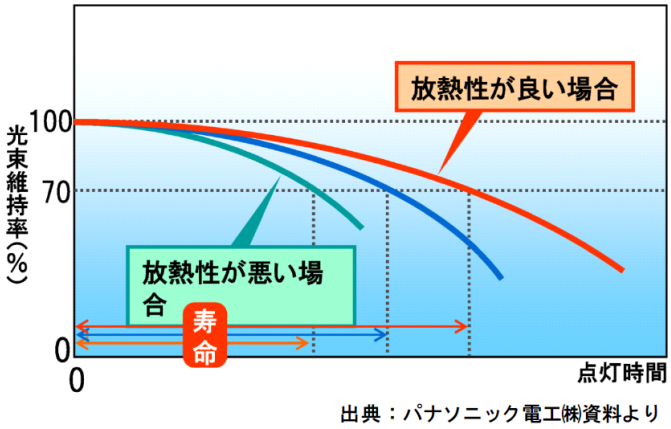
2.3.2　劣化のメカニズム

白色 LED 照明の光束減退の主な原因は、LED チップ自身の特性変化、有機化合物である封止樹脂の透過率の低下、蛍光体の特性変化、及び器具・ケース等における反射率の低下等があげられるが、その中で封止樹脂及び蛍光体の劣化が大きな原因であると言われている。劣化は、次に示す要因により引き起される。

- 使用温度が高い。

- 光量が大きい。（＝電流が大きい。）
- 光の波長が短いほど封止樹脂の劣化が加速する。（紫外線成分が多い。）
- 温度と湿度の複合要素により蛍光体の劣化が進む。

以上の要因の中で放熱性が重要であり、図-2.3.2 に放熱性と光束維持率との関係を示すように、放熱性は大きく寿命に影響を与える。



出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.3.2　放熱性と光速維持率の関係

(1)　光による劣化

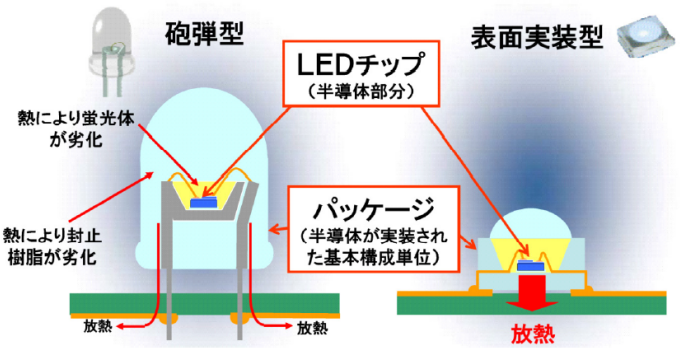
LED チップをカバーしている封止樹脂や接着剤等の有機系部材が LED チップから放射される光により劣化を起こし、透過率や反射率を低下させるため次第に光出力が減少すると考えられている。青色 LED チップの発光スペクトルは、短波長側でも 400nm 程度あるため、直接劣化が起こるわけではなく、有機部材中の官能基や不純物が光を吸収してフリーラジカルを生成し劣化を開始する。この劣化現象は有機部材中に含まれている酸素によって促進され、さらに光放射と共に発生する熱によってなお一層加速される。劣化によって発生したフリーラジカルは光や熱を受けてさらに次の劣化を引き起こすので、劣化は自動的に進行する。特に照明用 LED チップでは光出力が大きいため光劣化は LED モジュールの寿命を左右する問題となる。

注記. フリーラジカルとは電子対を作っていない不対電子を持つ原子または分子を言い、不安定な物質である。

(2)　熱特性

白熱 LED モジュールのハイパワー化に伴い LED チップの素材に熱伝導率の高い材料を使用し熱抵抗を低減させる技術が進んではいるが、消費電力のうち可視光に変換されるのは 30～50%であり、その他は直接熱となるため、器具自体の放熱設計が重要になる。また、白色 LED モジュールは他の光源に比べ小型のため、空間的に狭い領域に熱が集中する構造であり適切な放熱設計が長寿命の鍵となる。

注記.　大きな光量を要求される照明用白色 LED モジュールは図-2.3.3 に示すように、砲弾型に比べて放熱性に優れている表面実装型が主流である。



リードピンのみの放熱の砲弾型に比べて、パッケージ底面全体から放熱される表面実装型は放熱性に優れている。

図-2.3.3　LED チップの形状による放熱性の違い

(3)　制御装置

LED チップは僅かな電圧変動でも電流値が大きく変動する。白色 LED モジュールに使用するチップの定格順電圧は 3～4V であり 5%の変動で電流値は数十%も変動する。供給電圧が一定でも周囲温度

※1 の上昇により定格電流時の順電圧が低下し、結果電流が増加するため温度が上昇し、更に電流が増加し、「温度上昇ー電流増のサイクル」が発生することになり寿命に影響を与える。従って、制御装置の電源回路には定格順電流と周囲温度に合わせた電圧供給ができる「定電流制御点灯方式」を使用しないと期待寿命を得ることは難しい。また、制御装置の寿命も考慮する必要がある。制御装置の寿命は装置に使用されている電解コンデンサの寿命に大きく左右される。電解コンデンサの寿命は自己温度上昇と周囲温度※1 に大きく影響され、温度上昇により静電容量の減少、損失角の正接の増大となって現れ、一般的には周囲温度が 10℃低下すると寿命は 2 倍※2 になると言われている。

注記. ※1　周囲温度は対象となる部屋の室温を示し、半導体や電解コンデンサが動作する温度に影響を与える。

※2　電界コンデンサの寿命は、温度上昇の影響で、電解液が封口部を通して徐々に外部に拡散することに起因しており、次式の関係が成立する。

$$Lx = Lo \times B^{\frac{To-Tx}{10}}$$ ……温度とアルミ電界コンデンサの寿命との関係のアーレニウス則

Lo　：定格電圧または定格電流印加時の規定寿命。
Lx　：実使用時の推定寿命（h）
To　：製品のカテゴリ上限温度（℃）
Tx　：実使用時の周辺温度（℃）
B　：温度加速係数

2.3.3　試験による評価

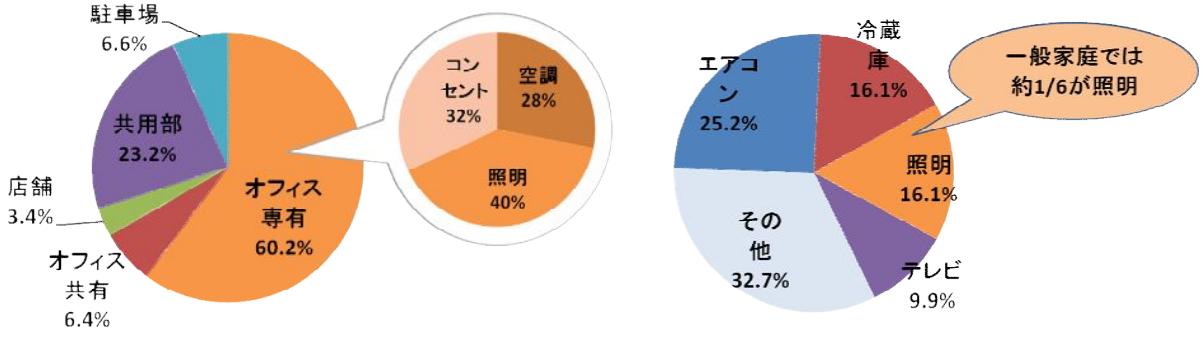
LED チップの試験方法は、日本電子機械工業会（EIAJ）で熱的環境試験、機械的環境試験等、規格化されたものがあるが、LED 照明器具としての確立した試験規格は無く、各メーカー独自の評価基準で加速寿命劣化試験や日本工業規格（JIS）に類した試験を実施し品質保証を行っている状況である。LED 照明の寿命を評価するための試験としは、一定の動作条件（電流、温度等）での光出力の時間変化を調べる連続動作試験があるが、LED モジュールの寿命は数万時間以上であり、寿命確認には極めて長時間の連続動作試験を要する。しかし長時間の連続動作試験によらず数千時間の動作試験結果によりある程度の寿命を推定することができる。この試験方法を加速寿命劣化試験と呼び、米国 Energy Star Program を参考に 6,000 時間を連続動作試験としているメーカーもある。

注記.　米国 Energy Star Program では、北米照明規格（IES）の基準に準拠して、6,000 時間の光束維持試験を実施し、試験後の数値が一定以上になるように要求している。

2.4　省エネルギー性

2.4.1　CO_2 削減に向けた様々な方針・規制

平成 20 年 5 月 30 日に公布された省エネ法改正では、業務・家庭等の民生部門におけるエネルギー使用量の削減を図るために、エネルギー管理義務の導入規制の単位が事業所から事業者単位に、住宅・建築物に係る措置の強化が 300m² 以上へと変更・強化された。この背景の中で、図-2.4.1 に示すように高い電力消費量である照明の省エネ化は CO_2 削減には欠かせない状況になっている。



出典：資源ネルギー庁　平成 16 年度電力需給概要より

図-2.4.1　電力消費量における照明用電力消費量のウェイト

また、エネルギーを多く使用する機器毎に省エネ性能を向上するために、平成 11 年より「トップランナー方式」が導入されて目標基準値は更に引き上げられ、省エネ機器の導入強化が図られている。照明器具についても蛍光灯器具がその対象になっており、表-2.4.1 に示すように平成 24 年以降には目標基準値を下回らないようにすることが、求められている。同表の新基準値では電子安定器搭載器具でなければ達成不可能であり、更に、基準値の引き上げを求められてくると、潜在能力のある LED 照明に期待するところが大きくなる。

表-2.4.1　照明器具省エネ基準（経済産業省案）

区分			新基準	現行基準
使用する用途	蛍光ランプの形状	蛍光ランプの大きさの区分	㏐／W	
施設用	直管形のもの又はコンパクト形のものの内2本管形のもの	直管形蛍光ランプ86W以上	100.8	79.0
		直管形蛍光ランプ40W以上86W未満	100.5	70.1 (86.5)
	コンパクト形のものの内2本管形以外のもの	コンパクト形蛍光ランプ9形以上	61.6	
家庭用	環形のもの又は直管形のもの	使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70以上（20の直管形蛍光ランプを使用するものを除く）	91.6	81.0
		使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70未満	78.1	82.0
卓上スタンド用	直管形のもの又はコンパクト形のもの	蛍光灯卓上スタンド	70.8	61.5

2.4.2　器具組込み時の効率

2.2.4 の項で記載したように、白色 LED は急速な勢いで発光効率が向上しており、モジュール単体では 130 ㏐／W を超える 160 ㏐／W 製品が量産されようとしている。しかし、図-2.4.2 に示すように器具組込み時の効率は約 40～70%程度に低下する。また図-2.4.3 に各光源の発光効率（器具組込み時）を示すが、現行の高周波点灯型蛍光灯及び高圧ナトリウムランプを超える発光効率を得るためには、モジュール単体の発光効率※1 向上も必要であるが、各段階での効率低下要因を改善する研究開発が大切である。また、効率を追求する一方で、従来光源に匹敵する光の質を備える器具の開発も重要になる。

注記. ※1　現在発光効率（㏐／W）の表示に関する基準が明確でないため、モジュール単体の発光効率（パッケージ温度 25℃での数値）をあたかも器具組込み時の発光効率のように表現している製品もあり、注意が必要である。

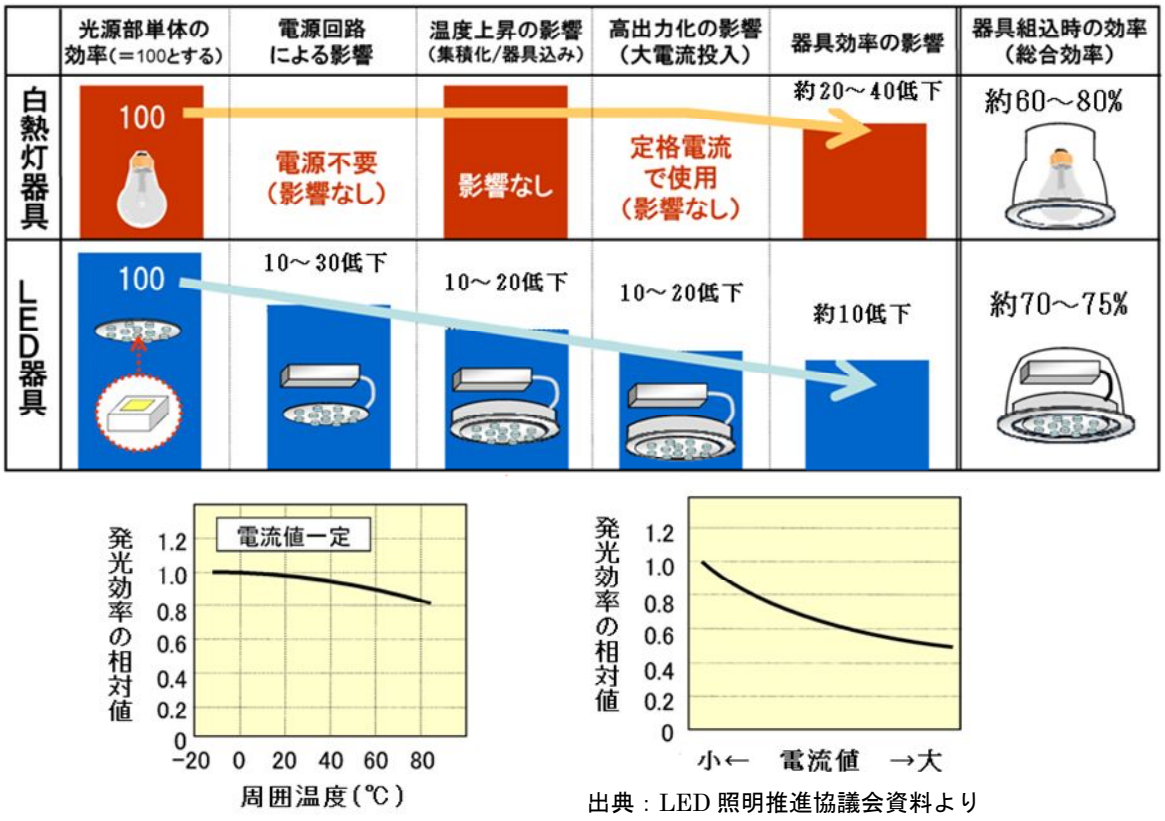


図-2.4.2　器具組込み時の各段階での効率（一例）

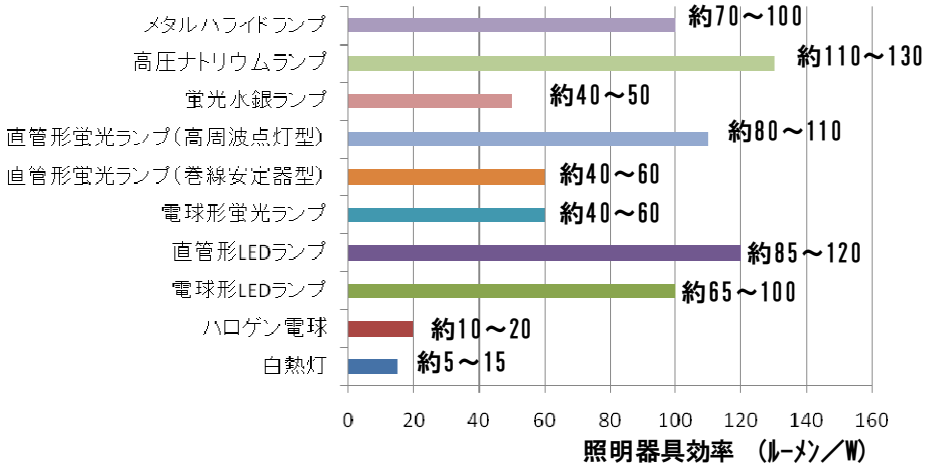


図-2.4.3　各照明器具の総合効率の現状（器具込みの発光効率）

2.4.3　光学制御により高い器具効率

LED 照明は均一な配光を得るために光学制御レンズを使用している。このため光はほぼ正面にのみ照射されるため、従来のランプのような配光による光ロスがほとんど無く、高い器具効率を持ち省エネに貢献できる。図-2.4.4 にコンパクト蛍光灯ダウンライト（FHT 57W）とダウンライト形 LED 照明器具（白熱灯 60W 相当）の比較を示すが、諸元値ではコンパクト蛍光灯ダウンライトに比べて劣るものの、実際の直下における照度では同等もしくは上回る数値を得ている。

このように LED 照明の光は直進性が強いため、配光特性を生かし、光を必要とする場所だけを照ら

すことが可能であり、光を抑制することにより、無駄な光を極力無くし、必要とする箇所に適切に配光することができる。LED 照明は拡散光を前提として照明計画が行われていた全般照明の概念を変える可能性を有していると言える。但し、光の直進性により空間に漏れる光が少なくなり、明るさ感が無くなる場合があるので注意が必要である。

コンパクト蛍光灯(FHT57W)	
光源発光効率(ルーメン／W)	101.0
消費電力(W)	62.0
器具効率(%)	40～60

LED(白熱灯60W相当 R-18)	
光源発光効率(ルーメン／W)	70.2
消費電力(W)	34.0
器具効率(%)	85～95

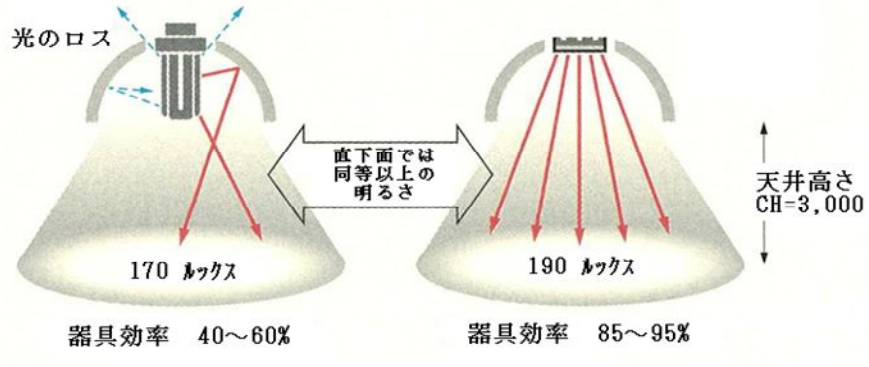


図-2.4.4　蛍光灯ダウンライトとダウンライト形 LED の照射面での照度の比較

2.4.4　色温度と演色性と効率

JIS Z 9110:2010 の照度基準総則には新しくグレア対策と演色性について記載されている。これにより、事務所等の執務空間では UGR16,19※1 と Ra80 以上が規定されており、照度基準を満足するだけでなく、光の質の向上も求められている。LED 照明では器具効率と演色性は相反する関係にあり、例として演色性 Ra70 の LED 照明を Ra80 まで引き上げるためには、表-2.4.2 に LED 照明の光色タイプ別の演色性と効率の関係を示すように、白色タイプでは効率が 10%程度、電球色タイプでは 7％程度ダウンする。最近は Ra80 以上（推奨値）を満足する LED 照明で高効率タイプの LED 照明も開発されており、高効率タイプで推奨値を満足する高演色性タイプの LED 照明が市場に出回ってくると考える。また、執務空間に使用する器具の色温度は 5000K を標準としているが、執務内容によっては低い色温度を必要とする場合もあるため、色温度と器具効率の関係も理解しておく必要がある。図-2.4.5 に全般照明で使用するダウンライト形 LED 照明の色温度と平均器具効率の例を示すが、器具効率は色温度 5000K（昼白色）のものが一番良く、色温度が低くなるに従って器具効率が悪くなる傾向にある。執務空間や長時間いる居室空間においては、演色性だけでなく作業内容に合わせた色温度を選択し、バランスの取れた光環境を考慮する必要がある。

表-2.4.2　LED 照明の光色・演色性と効率

光色タイプ	演色性（平均演色評価数）	効率(光出力)の比較
白色タイプ 色温度:約5000K	Ra70程度	100にした場合
	Ra80程度	約90
	Ra90程度	約75
電球色タイプ 色温度:約3000K	Ra70程度	約70
	Ra80程度	約65
	Ra90程度	約55

注記.　※1 UGR（Unified Glare Rating）: 照明器具の輝度・光源の大きさ、光源の位置、天井面・壁面等の光源の発光面の背景となる周辺の明るさを評価し、不快グレアを数値化したもの。CIE（国際照明委員会）により基準化された。

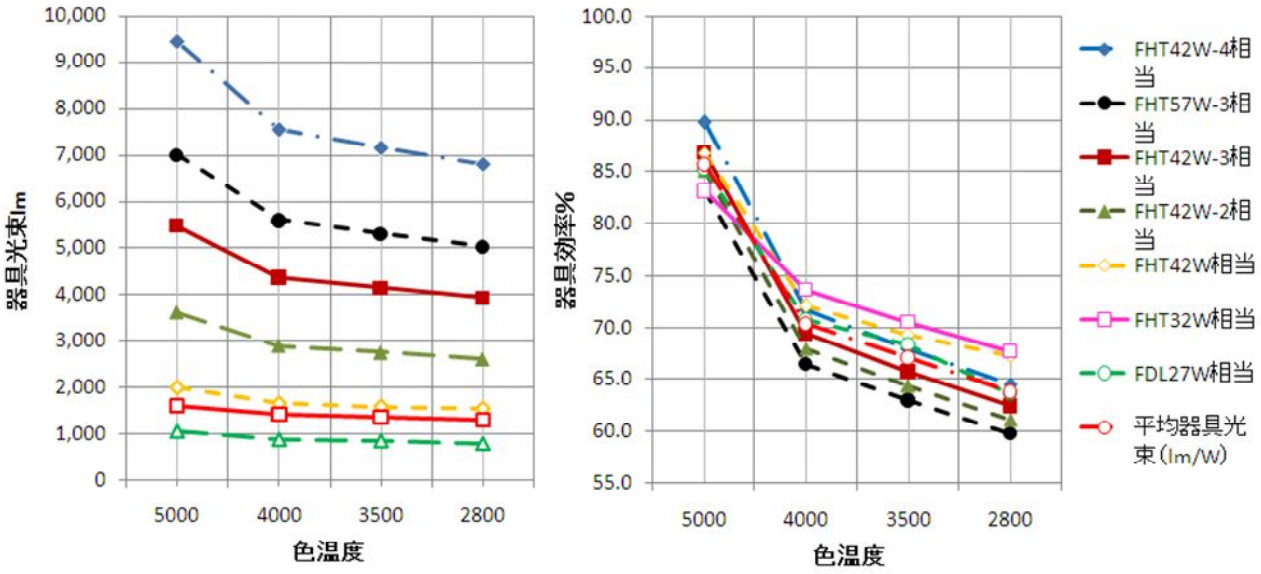


図-2.4.5　ダウンライト形 LED 照明の色温度と器具光束及び平均器具効率の関係

2.5　市場動向

2012 年の国内照明器具市場は、LED 照明器具が 325 万台、578 億円と 2008 年比 4 倍以上の市場を形成すると予測する民間の調査機関もあるように、器具の高効率化と低価格化が前提であるが、確実に LED 照明は浸透していくと考えられる。

表-2.5.1　LED ランプに切替え対象ランプの国内出荷本数及び総消費電力量等

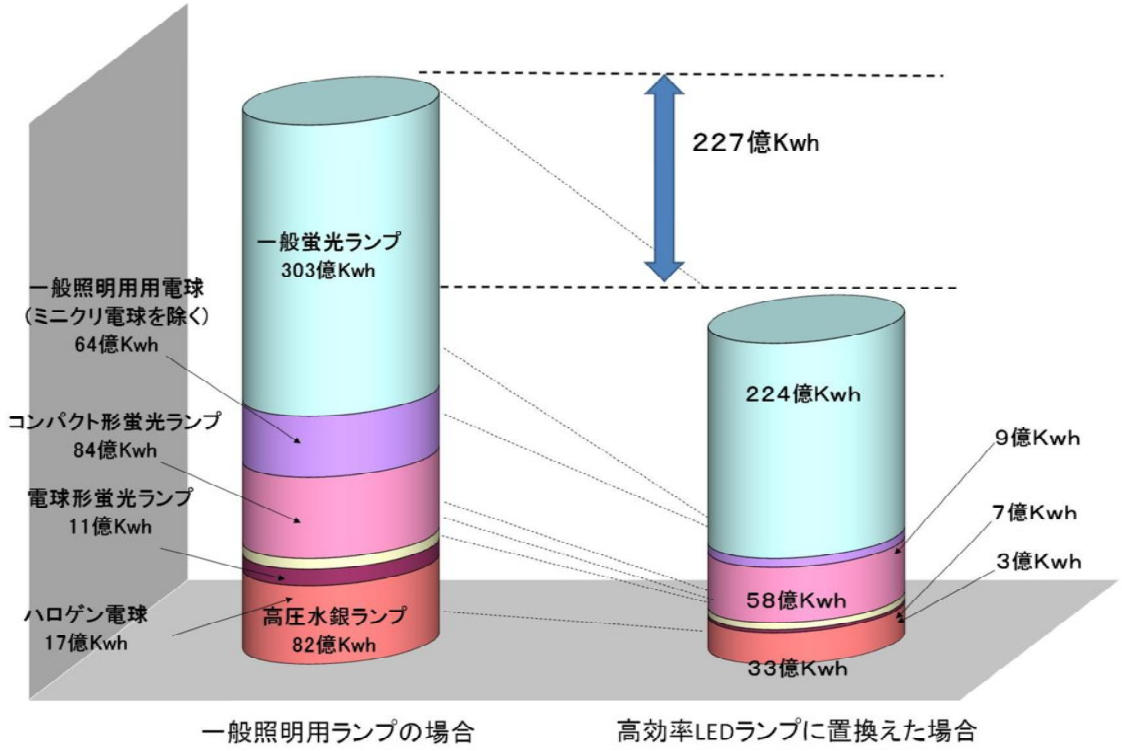
対象ランプ	国内出荷数量（万本）	総消費電力量（安定器ロス含）（万MWh）	総全光束量（万Mルーメン）	平均総合効率（ルーメン/W）
(1)一般蛍光ランプ 1) 100%	9,200	3,030	224,660	74.1
(2)一般照明用用電球（ミニクリ電球を除く）100%	10,500	640	8,930	14.0
(3)コンパクト形蛍光ランプ 100%	2,300	840	57,620	68.6
(4)電球形蛍光ランプ 50%	1,300	110	7,080	64.4
(5)ハロゲン電球 70%	1,000	170	2,690	15.8
(6)高圧水銀ランプ 100%	200	820	32,760	40.0
総　計	24,500 2)	5,610	333,740	59.5

出典：(社)日本電球工業会　2007 年自主統計数値より

注記．1)　ハロ燐酸カルシウム蛍光体を使用した一般蛍光ランプの全部。

2)　一般照明用全ランプの国内出荷数量は 48,900 万本で、その総消費電力量は 13,230MWh。

表-2.5.1 に一般照明用ランプの国内出荷本数の内、LED ランプに置換え可能なランプ本数とその総消費電力量等を示す。また、図-2.5.1 には、これらの一般照明用ランプを高効率 LED ランプ（100 ﾙｰﾒﾝ／W）に置換えた場合の消費電力量の削減値を示す。このグラフからもわかるように、従来の照明用ランプを LED ランプに置換えた場合の電力量の削減量 227 億 kWh は置換え前の 40%に相当し、LED ランプの高効率化が達成できれば大きな電力量の削減効果が期待できる。このように LED 照明へ期待するものは大きく、可能性も大きいと言える。以下に主だった分野の動向を述べる。



注記. 高効率 LED ランプのランプ効率は 100 ﾙｰﾒﾝ／W とした算定した数値で、平成 23 年 7 月現在で、100 ﾙｰﾒﾝ／W に到達する器具及びランプは市販されている。

図-2.5.1　一般照明用ランプを高効率 LED ランプに置換えた場合の電力量削減数値

2.5.1　店舗照明分野

環境省の「省エネ照明デザインモデル事業」で、平成 20 年度採択された 12 事例からわかるように、そのいずれもが LED 照明を導入しており、ダウンライトをはじめ、スクェアタイプのベース照明やシームレスタイプのライン照明等、全ての機種が LED 化されているわけではないが、従来の光源に代わって幅広く使用されている。またリニューアル分野においても LED 照明が積極的に使用されると考えられる。

2.5.2　オフィスビル分野

LED 照明の省エネ性や次世代オフィス照明としての可能性を踏まえて、ビルオーナー・設計者等から従来の蛍光灯器具に代わるベース照明としての LED 照明の要望が高く、各メーカーはラインタイプやスクェアタイプの高効率器具（総合効率 80 ﾙｰﾒﾝ／W 以上）を市場に投入しはじめている。コスト面・演色性・グレア等のまだ解決すべき点があり、実際には 2012 年頃がベース照明としての導入時期で、2015 年が普及拡大の時期※1 として考えられている。既に主たる照明器具を LED 照明で計画している

オフィスビルも多数完成しており、LED 照明時代の到来を予感させる。

注記. ※1　（社）日本照明器具工業会の次世代半導体照明（SSL）成長戦略では、2015 年が LED 照明の本格普及及び拡大の時期としているが、2012 年がベース照明として LED 照明が導入される時期と捉えているメーカーもある。

2.5.3　屋外照明分野

LED 照明は、長寿命化、高効率・高出力化により従来の水銀ランプや蛍光灯ランプに代わって街路灯や防犯灯等の屋外照明用途の全般に広がっている。特に次の 4 つのメリットから各自治体に関心を持たれており、今後この市場は伸びていくものと考えられる。

1)　長時間点灯するためランプ交換コストの削減等ランニングコスト低減に繋がる。
2)　直進性により必要とする場所だけを明るくでき、省エネ性に優れている。
3)　照明範囲外への余分な光を抑制することが可能で、光害が発生しにくい。
4)　低温時の光束低下が少ない。
5)　連続調光を生かした、薄暮時などの省エネ点灯が可能である。
6)　誘虫性の光をカットでき周辺環境に害を与えにくい。

2.5.4　住宅照明分野

経済産業省が 2012 年までにエネルギー効率の低い白熱電球の製造・販売中止を打出したことにより、白熱電球の代わりとしては、当面電球形蛍光ランプが使われると考えられるが、いずれは電球形 LED ランプへの取替えの方向に向かうと考えられる。また、主照明として使用されている高効率インバータ丸形蛍光灯の代わりについては、明るさだけでなく光色もシーンに合せて可変できるなど、従来の光源では不可能であった視環境が作れるようになってきている。

LED 照明の出現により、点光源・面光源双方の特徴を生かし、1 室 1 灯の平面を重視するあかりから、1 室複数灯の立体的なあかりを演出する手法も考えられるようになってきており、LED 照明の効率・コスト・演色性が向上した時点で急速な勢いで拡大すると考えられる。

2.5.5　その他分野

誘導灯分野では、一般的に冷陰極ランプが使用されてきたが、発光効率、長寿命、バッテリー小容量化の他、脱水銀等の環境面から、各メーカーは LED モジュールを採用する方向に進んでおり、市場においても主流になりつつある。表-2.5.2 に冷陰極蛍光灯誘導灯との消費電力の比較を示す。

表-2.5.2　LED 誘導灯と冷陰極蛍光灯誘導灯の消費電力の比較

	消費電力（／h）		省エネ効果	CO_2削減量
	LED	冷陰極		
C級（小型）	2.0w	4.7w	▲57%	▲約10kg-co_2／年
B級・BL形（中型）	2.7w	5.6w	▲52%	▲約11kg-co_2／年
B級・BH形（大型）	3.6w	7.2w	▲50%	▲約14kg-co_2／年

3 章　ランプ及び器具について

LED 照明は半導体材料からなる固体光源であり、コンパクトで軽量であるため点光源として扱う事ができ、様々な建築空間にマッチした器具デザインが可能である。点光源を追及したものや、面光源の利点を生かした器具など幅広い種類の器具が考えられるが、現状では従来の照明器具の代替といった製品が主流で、LED 照明の特性を生かした器具はこれからというところである。図-3.1.1 LED 照明器具の種類に示すように、ダウンライト形からスタートした LED 照明器具が、従来光源の器具を置き換えるのに遜色のないレベルまでラインナップして来ている。本項ではベースライト形、ダウンライト形、シーリングライト形及び投光器形など従来の照明器具に代わって主流になると想定される代表的な器具の種類と、一般照明用電球（以下白熱電球と云う）や蛍光灯ランプの代替品として急速に需要を伸ばしている直管形 LED ランプや電球形 LED ランプなどのランプ類並びに、制御装置（電源装置)、調光装置について述べる。

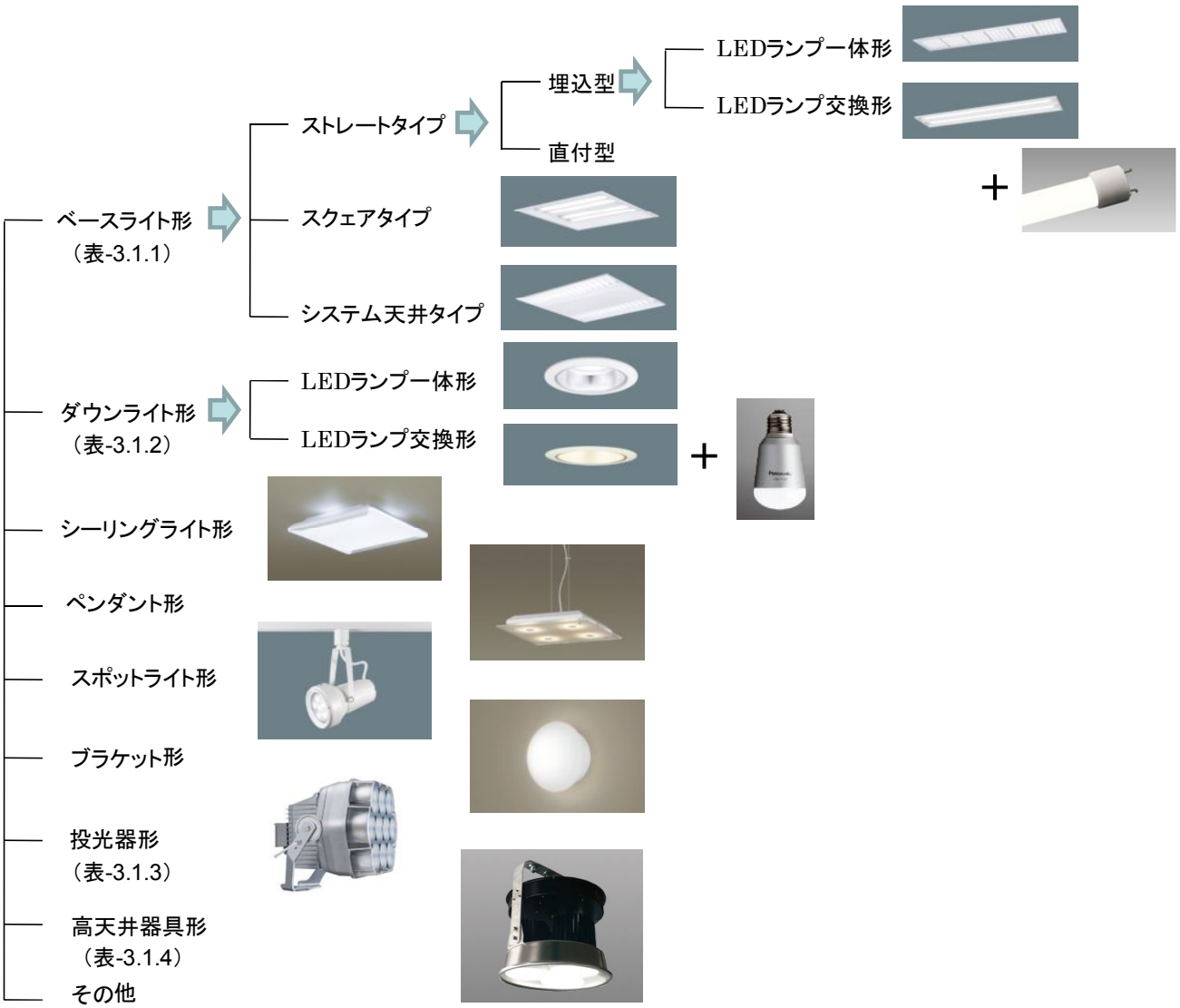


図-3.1.1　LED 照明器具の種類

表-3.1.1～表-3.1.4 に各社の代表的なベースライト形、ダウンライト形、投光器形及び高天井形 LED 照明器具の形名とスペックをまとめたので、参考にされたい。

表-3.1.1 (1)　各社の代表的なベースライト形照明器具(1) （パナソニック㈱）

照明器具の種類					品番	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	Hf32形　1灯高出力相当	NNF45000 LX9	35.0	3,340	95.4	84	約25～85	40,000	乳白パネル
				Hf32形　2灯高出力相当	NNF45020 LX9	69.0	6,380	92.5				
				FLR110形　1灯相当	NNF85000J LX9	69.0	6,680	96.8				
				FLR110形　2灯相当	NNF85020J LX9	138.0	12,960	93.9				
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20　1灯用	NNF21700 LS9	15.0	900	60	84	調光不可	40,000	W=190　ﾘﾆｭｰｱﾙ向け器具
				LDL20　2灯用	NNF22666 LY9	24.0	1,770	73.8		約35～85		W=220　基本灯具
				LDL40　1灯用	埋込XFL319C　LX9	31.0	2,300	74.2		約30～85		W=190　ｺﾝﾌｫｰﾄ15ﾀｲﾌﾟ
				LDL40　2灯用	NNF42666　LX9	61.0	4,400	72.1		約25～85		W=220　基本灯具
				LDL40　3灯用	NNF43770　LX9	92.0	6,560	71.3				W=220
				その他ラインアップ		Cチャンネル回避型、長円形タイプ、フリーコンフォート、クリーンルーム向、防湿・防雨形など						
		直付型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	Hf32形　1灯高出力相当	NNF46000　LX9	35.0	3,380	96.6	84	約25～85	40,000	乳白パネル
				Hf32形　2灯高出力相当	NNF46020　LX9	69.0	6,590	95.5				
				FLR110形　1灯相当	NNF86000J　LX9	69.0	6,760	98				
				FLR110形　2灯相当	NNF86020J　LX9	138.0	13,180	95.5				
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20　1灯用	NNF21000　LS9	15.0	940	62.7	84	調光不可	40,000	富士型器具
				LDL20　2灯用	NNF22000　LY9	24.0	1,870	77.9		約35～85		
				LDL40　1灯用	NNF41038　LX9	31.0	2,390	77.1		約30～85		
				LDL40　2灯用	NNF42001　LX9	61.0	4,750	77.9		約25～85		
				その他ラインアップ		反射笠付型器具、片反射笠付型器具、笠なし器具、スリムベース、防湿・防雨形など						
	スクエアタイプ	埋込型		FHP23形　3灯～4灯相当	NNF45500　LX9	35.0	3,290	94	84	約25～85	40,000	□350タイプ、乳白パネル
				FHP32形　3灯～4灯相当	NNF45510　LX9	68.0	6,520	95.9				□450タイプ、乳白パネル
				FHP45形　3灯～4灯相当	NNF45520　LX9	104.0	9,980	96				□600タイプ、乳白パネル
		直付型		FHP23形　3灯～4灯相当	NNF46500　LX9	35.0	3,290	94	84			□350タイプ、乳白パネル
				FHP32形　3灯～4灯相当	NNF46510　LX9	68.0	6,520	95.9				□450タイプ、乳白パネル
				FHP45形　3灯～4灯相当	NNF46520　LX9	104.0	9,980	96				□600タイプ、乳白パネル
	システム天井タイプ	埋込型		□600タイプ	NNF47110　LX9	36.0	3,250	90.3	84	約25～85	40,000	
	その他	直付型		低温用　ストレートタイプ	NNFJ46800　LE9	55.0	4,820	87.6	70	調光不可	40,000	防湿・防雨型

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ2012年4月現在のものを抜粋

表-3.1.1 (2)　各社の代表的なベースライト形照明器具(2)（東芝ﾗｲﾃｯｸ㈱）

照明器具の種類				形名	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	Hf32形定格出力 蛍光灯器具　2灯用相	LEDR-40009W-LDJ	60.0	4,930	82.2	70	約5～100	40,000	W=220 乳白カバー定格出力タイプ
				Hf32形高出力 蛍光灯器具　2灯用相	LEDR-53021W-LDJ	54.0	5,850	108.3				W=220 乳白カバー効率重視タイプ
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20×1 FL20W　1灯用相当	LEDR-21800-LDJ	17.0	1,120	65.9	83	約20～ 連続調光	40,000	W=150 システムアップ基本灯具
				LDL20×2 FL20W　2灯用相当	LEDR-22800-LDJ	29.5	2,180	73.9				W=220 システムアップ基本灯具
				LDL40×1 FL40W　1灯用相当	LEDR-41478K-LDJ	29.5	2,280	77.3				W=190 埋込下面開放
				LDL40×2 FL40W　2灯用相当	LEDR-42478K-LDJ	55.0	4,510	82				W=300 埋込下面開放
				その他ラインアップ		高出力タイプ（Hf32W高出力相当）、Cチャンネル回避型器具、スクールソフト、黒板灯、防湿・防雨型など						
		直付型	LEDﾗﾝﾌﾟ一体形	Hf16形 蛍光灯器具　2灯用相	LEDT-31123N-LDJ	36.0	3,170	88.1	70	約5～100	40,000	608mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf32形定格出力 蛍光灯器具　2灯用相	LEDT-47133N-LDJ	54.0	4,770	88.3				888mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf32形高出力 蛍光灯器具　2灯用相	LEDT-63143N-LDJ	70.0	6,330	90.4				1,169mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
				Hf86形 蛍光灯器具　2灯用相	LEDT-99183N-LDJ	140.0	12,650	90.4				2,295mmタイプ 乳白カバー、薄型タイプ
			LEDﾗﾝﾌﾟ交換形	LDL20×1 FL20W　1灯用相当	LEDT-21307-LDJ	17.0	1,190	70	83	約20～ 連続調光	40,000	逆富士器具
				LDL20×2 FL20W　2灯用相当	LEDT-22307-LDJ	29.5	2,320	78.6				
				LDL40×1 FL40W　1灯用相当	LEDT-41307-LDJ	29.5	2,400	81.4				
				LDL40×2 FL40W　2灯用相当	LEDT-42307-LDJ	55.0	4,640	84.4				
				その他ラインアップ		高出力タイプ（Hf32W高出力相当）、ムーンベース、片反射笠器具、反射笠器具、笠なし器具、PAKO、直付下面開放器具、ソフトライトM、直付システムアップ、人感センサー内蔵器具、スクールソフト、黒板灯						
	スクエアタイプ	埋込型		FHT42形 蛍光灯器具　2灯用相	LEDR-22401N-LDJ	28.0	2,550	91.7	70	約5～100	40,000	□275
				FHP32形 蛍光灯器具　3灯用相	LEDR-24401N-LDJ	53.0	4,770	89.9				
				FHP32形 蛍光灯器具　4灯用相	LEDR-64401W-LDJ	92.0	6,310	68.6				□450
				FHP45形 蛍光灯器具　4灯用相	LEDR-95405N-LDJ	103.0	9,890	96				
				FHP45形 蛍光灯器具　3灯用相	LEDR-60401W-LDJ	63.0	6,770	107.5				□600
				FHP45形 蛍光灯器具　4灯用相	LEDR-80401W-LDJ	93.0	10,040	108				
		直付型		FHP32形 蛍光灯器具　4灯用相	LEDT-60401W-LDJ	72.0	6,120	85	70	約5～100	40,000	□620
				FHP45形 蛍光灯器具　3灯用相	LEDT-80401W-LDJ	104.0	9,180	88.3				
	システム天井タイプ	埋込型		1灯用タイプ ハイスペックモデル	LEDR-27702N-LD9	32.0	2,680	83	83	約5～100	40,000	□600
				2灯用タイプ ベーシックモデル	LEDR-53701N-LD9	68.0	5,300	78				
	その他	直付型		一体形ベースライト 冷凍倉庫用	LEDR-32301W-LJ9	37.0	2,970	80.3	70	調光不可	40,000	

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成24年5月現在のものを抜粋

表-3.1.1 (3)　各社の代表的なベースライト形照明器具(3)（三菱電機照明㈱）

照明器具の種類					形名	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	備　考
ベースライト形	ストレートタイプ	埋込型	LEDランプ一体形	クラス400 FLR40W×2相当	EL-LB4000NS	48.0	4,020	83.8	70	約5～100	60,000	
				クラス600 FLR40W×3相当	EL-LB6000NS	67.0	6,310	94.2		約7～100		
			LEDランプ交換形	LDL20　1灯用	EL-LFB25011	16.0	1,130	70.6	84	調光不可	40,000	W=190
				LDL20　2灯用	EL-LFB25022	29.0	2,270	78.3				W=300
				LDL40　1灯用	EL-LFB45001	29.0	2,310	79.7		20～100		W=190
				LDL40　2灯用	EL-LFB45702	55.0	4,580	83.3				W=300
				その他ラインアップ		オプション取付可能タイプ、Cチャンネル回避形など						
		直付型	LEDランプ一体形	クラス200 FL20×2相当	ER-L2001NS	26.2	2,080	79.4	70	約5～100	60,000	
				クラス400 FLR40×2相当	ER-L4001NS	49.4	4,160	84.2				
				クラス1100 FLR110×2相当	EL-L11000NS	153.0	11,570	75.6				
				その他ラインアップ		色温度可変など						
			LEDランプ交換形	LDL20　1灯用	EL-LKV2251	16.0	1,160	72.5	84	調光不可	40,000	逆富士タイプ
				LDL20　2灯用	EL-LKV2252	29.0	2,320	80				
				LDL40　1灯用	EL-LKV4321	29.0	2,400	82.8		20～100		
				LDL40　2灯用	EL-LKV4382	55.0	4,730	86				
				その他ラインアップ		反射笠タイプ、トラフタイプ、下面開放タイプなど						
	スクエアタイプ	埋込型		クラス600 （FPL36W×3相当）	EL-SK6000NS	80.0	6,050	75.6	70	約5～100	60,000	□450
				クラス1200 （FPL55W×4相当）	EL-SK12000NS	158.0	12,640	80				□600
	システム天井タイプ	埋込型		クラス200	EL-G2000NM	32.0	2,160	67.5	80	約5～100	50,000	600グリッド天井コア周り用
				クラス300	EL-G3000NM	45.0	3,400	75.6				600グリッド
	その他	直付型		低温用照明　クラス400 FHF32W×1相当	EL－LR4000N	49.0	3,940	80.4	70	調光不可	50,000	

※記載内容は、三菱電機照明㈱のカタログ2012年2月現在のものを抜粋

表-3.1.2(1) 各社の代表的なダウンライト形LED照明器具

■ LEDダウンライトに関する調査について

注記1 ・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金、ソケット形状	照射角、ユニバーサル等	光束 (lm)	演色評価数 (Ra)	周囲温度 (℃)	電源装置 (内蔵、別置⇒台数)	高調波対策 (規格、方式等)	フリッカ対策 (規格、方式等)	雷サージ性能 (KV)	ノイズ対策 (規格、方式等)	感電防止回路等の有無 (注記1)	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命 (年)	その他電源装置等の寿命(年)	その他備考
パナソニック㈱	EVERLEDS BASE DOWN	1000形タイプ NDNN77020LZ9	-	照射角50度	9450	70	5～35℃	別置(2台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により27台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	700形タイプ NDNN77040LZ9	-	照射角50度	7200	70	5～35℃	別置(2台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	200～242Vの場合、漏洩電流により27台／回路以下に制限
	EVERLEDS BASE DOWN	550形タイプ NDNN77010LZ9	-	照射角50度	5460	70	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	350形タイプ NDNN75010LZ9	-	照射角50度	3615	70	5～35℃	別置(1台)	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	200形タイプ NDNN74075LZ9	-	照射角95度	2155	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	150形タイプ NDNN73075LZ9	-	照射角95度	1705	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	100形タイプ NDNN72075LZ9	-	照射角95度	1100	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	60形タイプ NNN71013LE1	-	照射角100度	550	66	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	40形タイプ NNN21000	-	照射角35度	300	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
	EVERLEDS BASE DOWN	25形タイプ NNN21637	-	照射角20度	170	70	5～35℃	内蔵	JIS C 61000-3-2準拠	電気用品安全法準拠	4kV	電気用品安全法準拠	なし	-	40000時間	8～10年	-
三菱電機照明	クラス900	EL-D8502		1/2ビーム角90°	5210lm～8930lm	70～90	5～35	別置	JIS C61000-3-2 電磁両立性-第3-2部 限度値-高周	電気用品安全法 別表第八 技術基準	線間1.5Kv 線対地 6.0kv	電気用品安全法 別表第八 技術	有:許容絶縁抵抗	突入電流 15A以下	50000	平均寿命 10年	
	クラス900	EL-D8503		1/2ビーム角66°	5190lm～8900lm	70～90	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス900	EL-D8500		1/2ビーム角86°	5040lm～8640lm	70～90	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス900	EL-D8501		1/2ビーム角87°	5100lm～8750lm	70～90	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス700	EL-D6500		1/2ビーム角79°	5320lm～6940lm	70	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス600	EL-D5500※		1/2ビーム角92°	3060lm～5200lm	70～90	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	60000	↑	
	クラス600	EL-D5501※		1/2ビーム角74°	2940lm～4990lm	70～90	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス500	EL-D4500		1/2ビーム角79°	4200lm～5460lm	70	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	50000	↑	
	クラス300	EL-D3000※		1/2ビーム角93°	1090lm～2910lm	80	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	60000	↑	
	クラス200	EL-D1811※		1/2ビーム角100°	1130lm～1910lm	70～90	5～35	内蔵(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス150	EL-D1411※		1/2ビーム角100°	920lm～1570lm	70～90	5～35	内蔵(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス100	EL-D1011※		1/2ビーム角100°	630lm～1060lm	70～90	5～35	内蔵(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
	クラス60	AKLD1010※		1/2ビーム角84°	420lm～550lm	70～92	5～35	別置(1)	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	
		型名の語尾に※付の機種は、60000時間、5年保証の器具となります。															

表-3.1.2(2)　各社の代表的なダウンライト形LED照明器具

■　LEDダウンライトに関する調査について

注記1　・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金、ソケット形状	照射角、ユニバーサル等	光束（lm）	演色評価数（Ra）	周囲温度（℃）	電源装置（内蔵、別置⇒台数）	高調波対策（規格、方式等）	フリッカ対策（規格、方式等）	雷サージ性能（KV）	ノイズ対策（規格、方式等）	感電防止回路等の有無（注記1）	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命（年）	その他電源装置等の寿命（年）	その他備考
岩崎電気㈱	レディオックベース	EDL06702HN/SA1		90°	550	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			40000h		
	クラス60	EDL03702HLW/SA1		90°	420	70	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス100	EDL13300N/SA9		84°	1000	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			60000h		
		EDL13300WW/SA9		84°	630	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDL13300L/SA9		84°	590	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス150	EDL19600N/SA9		82°	1480	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			60000h		
		EDL19600WW/SA9		82°	930	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDL19600WW/SA9		82°	870	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス200	EDL24200N/SA9		82°	1800	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			60000h		
		EDL24200WW/SA9		82°	1150	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDL24200L/SA9		82°	1070	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス500	EDL69600DN/SA9		90°	5200	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			60000h		
		EDL69600DWW/SA9		90°	3290	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDL69600DL/SA9		90°	3060	90	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス700	EDL89000N/SA9		92°	6540	70	5°～35°	内蔵	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			50000h		
		EDL89000L/SA9		92°	5210	70	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	ユニバーサルタイプ	EDU10000DN		※	660	70	5°～35°	別置	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 対象外	電気用品安全法合格			50000h		
	クラス75	EDU10000DL		※	385	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス100	EDU14600DN		※	910	70	5°～35°	別置	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 対象外	電気用品安全法合格			50000h		
		EDU14600DWW		※	740	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU14600DL		※	660	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
	クラス200	EDU35700DN/M		20°	2440	68	5°～35°	別置	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			40000h		
		EDU35700DN/W		35°	2400		〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU35700DWW/M		20°	1890	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU35700DWW/W		35°	1810		〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU35700DL/M		20°	1870	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU35700DL/W		35°	1790		〃	〃	〃		〃	〃			〃		

表-3.1.2 各社の代表的なダウンライト形LED照明器具（1）

■ LEDダウンライトに関する調査について

注記1 ・・・感電防止対策として、警報、インターロック回路、両ピン間の許容絶縁抵抗等の何らかの対策を講じている物。

メーカー名	器具シリーズ名	器具名又は種類	口金、ソケット形状	照射角、ユニバーサル等	光束（lm）	演色評価数（Ra）	周囲温度（℃）	電源装置（内蔵、別置⇒台数）	高調波対策（規格、方式等）	フリッカ対策（規格、方式等）	雷サージ性能（KV）	ノイズ対策（規格、方式等）	感電防止回路等の有無（注記1）	励磁突入電流による台数制限等	LEDモジュールの寿命（年）	その他電源装置等の寿命（年）	その他備考
岩崎電気㈱	クラス300	EDU47000DN/M		18°	3110	68	5° ～35°	別置	JIS C 61000-3-2適合		線間3.0KV 線-アース間 6.0KV	電気用品安全法合格			40000h		
		EDU47000DN/W		38°	3060		〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU47000DWW/M		18°	2550	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU47000DWW/W		38°	2440		〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU47000DL/M		18°	2490	85	〃	〃	〃		〃	〃			〃		
		EDU47000DL/W		38°	2380		〃	〃	〃		〃	〃			〃		
				※ﾋﾞｰﾑ角は別売のﾚﾝｽﾞﾕﾆｯﾄを付ける事により10° 15° 20° 30° に制御できます。													
山田照明	フォルティモ	DD-3139	PHJ65d-I	ﾍﾞｰｽ	785.4	85	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	18	25,000hrs	－	調光対応：位相制御
	フォルティモ	DD-3140	PHJ65d-I	ｳｫｰﾙｳｫｯｼｬｰ	759	85	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	18	25,000hrs	－	調光対応：位相制御
	モノプスプロ	DD-3062-N/L	固定モジュール	ｱｼﾞｬｽﾀﾌﾞﾙ	299/218	75(N)/85(L)	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3063-N/L	固定モジュール	ｱｼﾞｬｽﾀﾌﾞﾙ	295/218	75(N)/85(L)	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3064-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	331/245	75(N)/85(L)	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-304
	モノプスプロ	DD-3065-N/L	固定モジュール	軒下	331/245	75(N)/85(L)	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-304
	ユニコーン	DD-3124-N	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	888	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3125-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	688/604	85	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3126-N	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	800	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3127-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	558/508	85	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3128-N	固定モジュール	ｳｫｰﾙｳｫｯｼｬｰ	711	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3129-N/L	固定モジュール	ｳｫｰﾙｳｫｯｼｬｰ	559/508	85	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3130-N	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	1325	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3131-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	1065/930	83	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3132-N	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	1378	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3133-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	1107/964	83	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3134-N	固定モジュール	ｳｫｰﾙｳｫｯｼｬｰ	1089	70	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	ユニコーン	DD-3135-N/L	固定モジュール	ｳｫｰﾙｳｫｯｼｬｰ	876/762	83	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	－	DD-3068-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	1192/813	70(N)/85(L)	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	－	DD-3069-N/L	固定モジュール	ﾍﾞｰｽ	928/626	70(N)/85(L)	3～35	内蔵	対象外	－	－	PSE	－	30	40,000hrs	－	調光対応：位相制御
	MasterLED MR16	DD-3099	GU5.3 交換型ランプ	ﾍﾞｰｽ	370	80	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3101	GU5.3 交換型ランプ	ｱｼﾞｬｽﾀﾌﾞﾙ	370	80	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3110	GU5.3 交換型ランプ	ﾍﾞｰｽ	370	80	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-348
	MasterLED MR16	DD-3111	GU5.3 交換型ランプ	ｱｼﾞｬｽﾀﾌﾞﾙ	370	80	3～35	別置 1台	対象外	－	－	PSE	－	20	40,000hrs	－	要：専用電源TG-348
大光電機	高気密S型ﾀﾞｳﾝ	DDL-8225YW	－	1/2照度角60°	380	85	-5～35℃	内臓	JISC61000-3-2	完全直流	4KV	電気用品安全法	－	不明	60,000h	80,000h	
	LZ1ﾍﾞｰｽﾀﾞｳﾝ	LZD-60725LW	－	1/2照度角40°	760	83	-5～35℃	別置	JISC61000-3-2	完全直流	4KV	電気用品安全法	－	不明	40,000h	60,000h	

表-3.1.3 各社の代表的な投光器形照明器具

メーカ	照明器具の種類	品番または形名	消費電力[W]	器具光束[lm]	固有エネルギー消費効率[lm/W]	演色性	調光範囲[%]	光源寿命[時間]	電源ユニット	備　考
パナソニック㈱	水銀灯250形相当	NNY24540 LF9	69.0	6,500	94.2	70	ﾀｲﾏｰ段調光	60,000	内蔵	フロント配光、昼白色
	水銀灯400形相当	NNY24560 LF9	138.0	12,400	89.9					
	その他ラインアップ		集光形配光、重耐塩害仕様（但し、調光不可）、電球色							
東芝ライテック㈱	250形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDS-10401WM-LDJ	150.0	13,600	90.7	70	約5～100	60,000	内蔵	中角形、耐塩耐食形、昼白色
	400形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDS-20401WM-LDJ	225.0	20,400	90.7					
	その他ラインアップ		狭角形、広角形、重耐塩耐食形							
	400W 水銀ランプ投光器相当	LEDS-15401WM	144.0	10,910	75.8	70	50%段調光	60,000	別置	中照形、耐塩耐食形、昼白色
	その他ラインアップ		狭照形、広照形、重耐塩耐食形、250W水銀ランプ投光器相当							
三菱電機照明㈱	クラス200 バラストレス水銀ランプ 160W相当	EL-S1900N/W	35.0	1,980	56.6	65	調光不可	40,000	内蔵	広角配光、防雨形、昼白色
	クラス600 バラストレス水銀ランプ 500W相当	EL-S5500N/H	94.0	5,660	60.2					
			中角配光（500W相当のみ）							

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ2012年4月現在のものを抜粋

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成24年5月現在のものを抜粋

表-3.1.4 各社の代表的な高天井形照明器具

メーカ	照明器具の種類	品番または形名	消費電力 [W]	器具光束 [lm]	固有エネルギー消費効率 [lm/W]	演色性	調光範囲 [%]	光源寿命 [時間]	電源ユニット	備　考
パナソニック㈱	HID250形相当	NNY20523 LF9 （8月発売予定）	130	13,400	103	70	調光不可	60,000	内蔵	直付型 中角タイプ、昼白色
	HID400形相当	NNY20543 LF9 （8月発売予定）	200	21,000	105	70				
	その他ラインアップ		広角タイプ、チェーン吊型							
東芝ライテック㈱	250形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDJ-10013W-DJ2	150	13,400	89.3	70	約5～100	60,000	内蔵	中角タイプ、昼白色
	400形 ﾒﾀﾙﾊﾗｲﾄﾞﾗﾝﾌﾟ器具相当	LEDJ-20023W-DJ2	225	20,000	88.9					
	その他ラインアップ		広角タイプ							
三菱電機照明㈱	水銀ランプ250W相当	EL-C9000N EL-C9001N	135	9,500	70.4	70	5～100	60,000	内蔵	広光配光、直付形、昼白色
	水銀ランプ400W相当	EL-C15000N EL-C15001N	202	14,300	70.8					
	その他ラインアップ									

※記載内容は、パナソニック㈱のカタログ2012年4月現在のものを抜粋

※記載内容は、東芝ライテック㈱のカタログ平成24年5月現在のものを抜粋

※記載内容は、三菱電機照明㈱のカタログ2012年2月現在のものを抜粋

3.1 LED 照明器具

3.1.1 ベースライト形

ベースライト形は、器具形状からストレートタイプ、スクェアタイプ及びシステム天井タイプに分類され、取付方式から埋込型、直付型に分類される。更に、長寿命の観点から LED ランプの交換を意識しない LED ランプ一体形と、既存の蛍光ランプ器具と同様にランプを交換する事が可能な LED ランプ交換形に分類される。スクェアタイプでは 350 角、450 角、600 角と建築材との整合性などの観点から従来の蛍光灯器具同様のサイズのものが主流になっている。同様にストレートタイプに於いてもスムーズなリニューアルに対応出来るように、現行の蛍光ランプ器具と同系の寸法を採用するケースが多く見られる。

ベースライト形は、グロースタータ式やラピッドスタート式の蛍光灯の代替品としてリニューアル工事向けが最初であったが、最近はインバータ方式の高効率高周波点灯形蛍光灯（Hf）の代替品として、器具光束 6,000 ㏐超の高出力器具が出現している。発光効率も 2010 年 10 月の段階では 85 ㏐／W を超える器具が製品化されている程度であったが、2012 年 7 月現在では、高周波点灯形蛍光灯（Hf）の 110 ㏐を凌ぐ 120 ㏐／W の高効率器具が製品化されてきた。コスト面でまだ高周波点灯形蛍光灯には及ばないが、長寿命・連続調光機能等の特性と、LED 素子の開発と共に性能が目覚ましく向上していること考えれば、将来への期待は大きいものがあり、従来の照明器具に匹敵する LED 照明器具のラインナップが整いつつある。表-3.1.1 に各社のベースライト形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.2 ダウンライト形

ダウンライト用ランプは白熱電球やクリプトン電球を用いているものが主流だったが、省電力・長寿命の観点から、近年はコンパクト形蛍光ランプが主流となっている。しかし最近は、LED の高効率化と共に、コンパクト形蛍光ランプ代替をねらった高出力タイプのダウンライト形 LED 照明器具が各社ラインナップされてきている。

全般照明の代替器具として LED 照明器具が取り沙汰される先駆けはダウンライト形であり、当初は廊下など演色性を重視する必要のないところで採用されたこともあって、演色性よりも発光効率が重視され、ランニングコスト含めたトータルコスト面で、比較的高くないイメージでの価格設定がなされ普及に繋がっていった。このようにダウンライト形は、最も早くから発売されていた器具種であるため、研究開発も進んでおり、光学制御レンズの進歩によるムラの少ない光や、高演色性（Ra85 以上）の光を持つ器具など日々技術開発が成されている。また、放熱技術の進歩により LED モジュールの高密度実装化が可能になり、HID ランプに相当する 5,500 ㏐超の器具の出現や、集積型 LED モジュールを採用し 100 ㏐／W を超える器具の開発など、器具の種類の中では一番実用に足る器具と言える。表-3.1.2 に各社のダウンライト形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.3 シーリングライト形

シーリングライト形 LED 照明の出現により、高効率インバータ丸型蛍光灯器具は主流であった住宅照明は様変わりをしようとしている。LED 照明の調色・調光機能を利用して、生活のリズムに合わせたサーカディアン照明制御※1 など、新たな光演出が盛んに研究されている。

注記. ※1 人間の身体は約 25 時間周期で睡眠と覚醒を繰り返すリズム（サーカディアンリズム）を持っていることがわかっているが、1 日 24 時間周期と生体リズムには 1 時間のずれがあるが、太陽の光を受けることで体内時計をリセットし、ずれを調整していると云われている。オフィスや家庭に於いて人体リズムに沿った光環境を演出することにより、健康的な生活空間を作る研究が行われている。

3.1.4 スポットライト形

スポットライト形 LED 照明は、光の直進性を利用して照射する中心部の明るさを強くでき、ベース

照明と組合せても映えるスポット光を作り出すことが可能である。調光機能により最適な明るさの調整が可能であるだけでなく、調光機能付きスポットライト形 LED 照明複数台で照射物への明るさを加減することにより、効果的な陰影を作り出し立体感のある照明演出が可能である。また、赤外線・紫外線をほとんど含まないため、照射物を傷めない光である点も重要である。

尚、スポットライト形 LED 照明により連続して壁面などを照射する場合は、色むらに注意が必要である。

3.1.5 投光器形

投光器形の LED モジュールは、HID 代替として開発が進められ、最近では 1kW 形メタルハライドランプ相当の製品も市場に出回るようになってきている。長寿命で省メンテナンス性を有することや、光の照射角を狭くすることが可能であり、不必要な光や光の漏れを極力少なくすることができ、光害対策面で有利であること。また、紫外線をほとんど放出しないため、誘虫性が低く周辺の生態系への影響が少ないこと、待機時間が無くすぐ明るくなる特徴から期待度は高い。しかし、現在市販されている高効率の HID ランプと比較すると、器具表示には水銀灯〇〇W 相当と記載れていても、性能的にはまだ在来光源レベルに到達していない製品が多いので注意が必要である。表-3.1.3 に各社の投光器形 LED 照明器具の特長を示す。

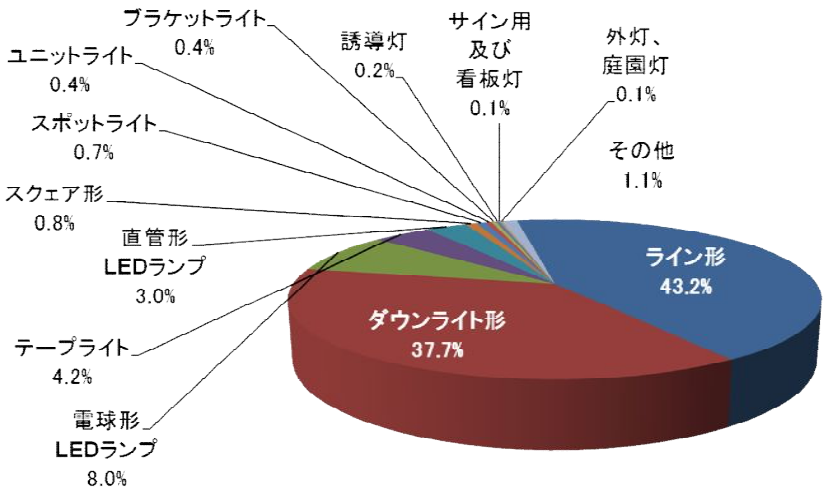
3.1.6 高天井形

投光器形同様に HID 代替として開発が進められているものと、蛍光灯の延長線上で面光源として開発が進められているものとあるが、どちらも 60,000 時間を超える長寿命であることから年間点灯時間によっては、従来の HID ランプのように交換のための昇降装置を考慮する必要がないなどの利点がある。また、瞬時点灯・瞬時再点灯が可能で、従来の HID ランプでは補完設備を考慮する必要があった施設でも、その必要がなく幅広い用途が考えられる。表-3.1.4 各社の高天井形 LED 照明器具の特長を示す。

3.1.7 アンケートによる器具の種類

(一社)日本電設工業協会では、LED 照明の課題と問題点を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 6 月時点での会員企業の「LED 照明の施工状況」を把握する目的で、16 社に対してアンケート調査依頼を行った。アンケート期間は 6 月 1 日～6 月 25 日の短期間では合ったが、各社の協力のもと 492 件の回答件数を得た。新築工事で採用した件数が 283 件と全体の 58%であり、使用された器具台数は 141,267 台であった。アンケートの結果を図-3.6.1「調査結果の器具種類別グラフ」として示すが、使用された器具全体の 81%がダウンライト形とライン形、11%が直管形 LED ランプと電球形 LED ランプであり、一般照明用の LED 照明器具及びランプ類であった。その他では、景観照明用テープライト等、コンパクトでありデザイン性を要求される部分に使用される器具が 4%であった。また、器具台数 141,267 台の中で採用された海外製品は 3,655 台であり、3%未満と少なく、品質面やアフターメンテなどの観点から考慮すると予想通りの結果であった。

調査は平成 22 年 6 月と 2 年前であり、ダウンライト形とライン形・スクェア形・直管形 LED ランプなどのベースライト形が大半を占めていた。ベースライト形の内 83%はライン形（ストレートタイプ）であり、基本照明用途として直接被写体を照らす目的の器具が多かったことと、演色性に重きを要しない工場などに多く採用されたことも挙げられる。演色性の改善、器具効率の向上に伴って事務室などの執務空間に多く採用されて行くことが予想される。また、効果的に被写体を照らす直接照明だけでなく、間接照明や多彩なスペクトルを生かした空間を演出する機能が要求される分野や、HID ランプの代替になる多量の光束を照射する分野にも、LED 照明の特徴を生かした幅広い種類の器具が伸びて行くものと考えられる。



器具種類	数量
ライン形	61,094
ダウンライト形	53,230
電球形LEDランプ	11,281
テープライト	5,984
直管形LEDランプ	4,298
スクェア形	1,161
スポットライト	943
ユニットライト	609
ブラケットライト	496
誘導灯	282
サイン･看板灯	201
外灯･庭園灯	182
その他	1,506
計	141,267

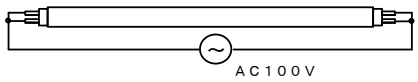
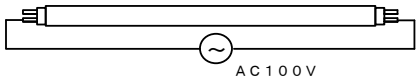
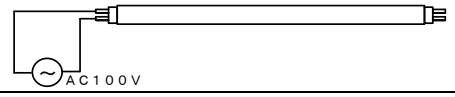
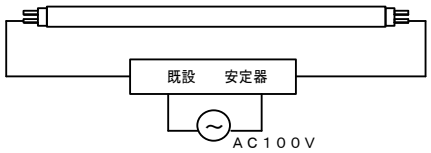
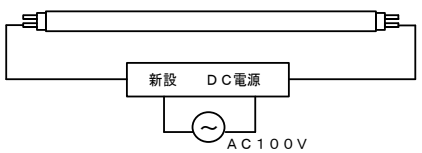
図-3.1.2　アンケート調査結果の器具種類別グラフ

3.2　LED ランプ

3.2.1　直管形 LED ランプ

直管形 LED ランプには、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有するタイプと、新たに規格化された「L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム　(一社)日本電球工業会規格 JEL801:2010」や「くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム　(一社)日本電球工業会規格　JEL802:2012」※2 などがあるが、ここでは従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有するタイプについて記述する。

表-3.2.1　直管形 LED ランプの結線方法による種類

タイプ	DC電源 内蔵･非内蔵	結線方法			接続する既設安定器のタイプ	器具内改造の有無
		結線タイプ	結線図			
1	内蔵	商用電源直結形	両面に印加		無	有
2						
3			口金ピン間に印加			
4		既設安定器接続形			磁気式スタータ形	無
5					磁気式ラビッドスタート形	
6					電子式	
7	非内蔵	DC入力形			無	有

参考文献：「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,(一社)日本電球工業会,2010 年 6 月 17 日

前者は既設蛍光灯照明器具に装着して使用することを目的としており、その種類は、結線方法によって主に表-3.2.1 に示すように 7 種類がある。制御装置別に分類すると制御装置を内蔵しているものと非内蔵形の 2 つに大別される。更に制御装置内蔵形については、商用電源に直結する商用電源直結形と蛍光灯器具に内蔵されている安定器をそのまま使用できる既設安定器接続形がある。商用電源直結形は結線方法で 3 つのタイプがあり、既設安定器接続形は接続される安定器のタイプによって 3 タイプに区分される。制御装置非内蔵形は、蛍光灯照明器具だけを使用し器具内配線を切断して、既設安定器の代わりに制御装置も新設するものである。[1)]

注記. ※2　従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプは、安全面、品質面での問題が発生する可能性があることから、(一社)日本電球工業会ではこれらの課題を解決するためのシステムとして、規格化を行った。詳細については 5.3　直管形 LED ランプの規格化の動きを参照のこと。

(1)　結線方法による種類

a.　商用電源直結形

このタイプは LED ランプの両端間あるいは片側口金ピン間に商用電源を直接印加するタイプで、ランプ装着前に既設の器具内配線を切断し、結線をやり直す改造工事を要する。改造工事を施された器具には、以前の蛍光ランプや種類の異なる直管形 LED ランプが、再び使用されることが出来ないため、発煙、発火、感電などの安全上の問題が残る。尚、改造した場合は適合ランプを明記したステッカーを器具に貼る等して、誤装着させない対策を行っている製造業者もあるが、根本的な対策になっていない。現在のところ日本工業規格（JIS）において標準仕様を定めた規格が存在しないため、(一社)日本電球工業会及び（一社）日本照明器具工業会ではホームページに見解を公開する等、様々な方法で注意を促すと共に、互換性と安全性を念頭に規格化を進めている。

b.　既設安定器接続形

既設器具にそのまま装着するタイプは、接続する既設蛍光灯安定器のタイプによって、グロースタータ式、ラピッドスタート式、及び電子式（インバータ式：高周波点灯方式）の 3 タイプがあり、例えば各タイプの中でも回路方式が一様ではなく、全ての回路方式に対応できる既設安定器接続形の直管形 LED ランプはない。従って、既設蛍光灯の安定器と直管形 LED ランプの組合せが適正で、且つ安全に動作することの確認が重要である。一部の製品では電子式の器具には使用できない等の、使用できる範囲を明記しているものもあるが、一般消費者には蛍光灯器具に使用している安定器の判別は難しく、誤使用による混乱が起こらないような配慮が不可欠の製品である。しかし、一般消費者でも自由にランプを取替えることが可能なタイプであるため対応が難しく、直管形 LED ランプに対する正しい知識を持ってもらうしかないのが現状である。一部の製造業者では、安全上の懸念事項があることを公表して、注意[※3]を促している。

注記. ※3　添付参考資料-1 を参照のこと。

(2)　直管形 LED ランプの課題

商用電源直結形直管形 LED ランプ、既設安定器接続形直管形 LED ランプ共に互換性、安全性の問題があり、さらに性能面でも問題のある製品が出回っているため、（一社）日本照明器具工業会では、2010 年 7 月に「直管蛍光灯ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」と題する声明書を公表して注意を促している。また、東京都も同様に、平成 22 年に「直管形 LED ランプの取付方法に関する調査」を行い、調査結果をホームページに公開し、直管形 LED ランプに交換する場合の注意点を促している。[※4]

また、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプは、当面の間グリーン購入法の対象外となっている。（詳細については 5.7.2 項のグリーン購入法を参照のこと。）直管形 LED ラ

ンプは従来の照明器具から LED 照明器具に移行する過程での暫定的なものと考えられ、採用するに当たっては、6.3.4 項に記載している「直管形 LED ランプ使用時の注意点」を理解した上での対応をお願いしたい。

注記. ※4　調査内容及び結果については「平成 22 年度調査報告書―直管形 LED ランプの取付方法に関する調査―東京都生活文化局消費生活部　平成 23 年 7 月発行」に掲載し、併せてパンフレット「正しい組み合わせで直管形 LED ランプを使いましょう」に、ランプの誤装着の防止や改造工事を伴う場合の注意を掲載している。

3.2.2　電球形 LED ランプ

電球形 LED ランプは、白熱電球と同じねじ込み式口金（E17、E26 等）を有している器具であり、白熱電球と取替え可能な製品である。2004 年頃から製品化され、2.5.4 項で記述したように今後伸びる製品である。既存のねじ込み式口金を持つ照明器具（例：白熱電球タイプのダウンライト）を LED 器具に取替えたいが、予算面や器具耐用年数の関係から器具本体だけでも既存のものを利用したい場合に、ランプのみの取替で簡単にできるため、ランプ程度なら購入可能という消費者へ向けた製品である。また、取替え時に工事を伴わず、一般消費者自身で交換可能な点も受け入れられている要素である。性能的には電球形蛍光灯に追いついていなかったが、表-3.2.2 に各種電球タイプの光源別比較に示すように、同等もしくはそれ以上の性能を有する製品も販売されており、最近はその性能を超える 100 ㏐／W の製品も開発され、コストが低下すれば更に移行に拍車がかかるものと推定される。また、廊下・トイレ等の点灯時間が短く点滅回数が多い場所では、電球形蛍光灯に比べて立ち上がりが早く、点滅による劣化が少なく、高速応答性に優れているため、早くから取り入れられている。

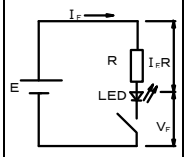
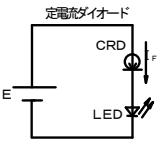
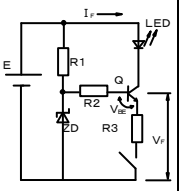
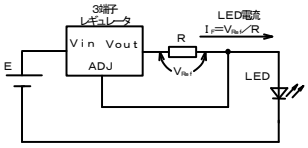
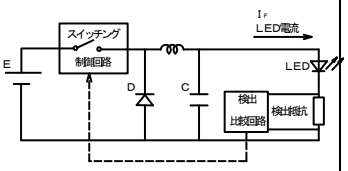
表-3.2.2　各種電球タイプ 60 形相当品の光源別比較

項　目	白熱電球	電球形蛍光灯	電球形LEDランプ（昼白色）	電球形LEDランプ（電球色）
光　束	810㏐	780㏐	810㏐	810㏐
消費電力	54W	12W	8.8W	10.6W
効　率	15㏐/W	65㏐/W	92㏐/W	76㏐/W
寿命(時間)	1,000	10,000	40,000	40,000
質　量	32g	70g	165g	183g
市場価格	200円前後	800円前後	2,100円前後	2,400円前後

3.3　制御装置

LED モジュールは、白熱電球や蛍光ランプに比べて非常に低い電圧と小さな電流で点灯するため、制御装置が必要になる。表-3.3.1 に LED モジュールの代表的な点灯回路方式を示す。定電圧電源方式は一般に広く出回っている方式で安価で入手し易いが、LED モジュールはわずかな電圧変動でも電流値が大きく変動し、光にばらつきが生じるだけでなく、電流増加により寿命を損なう恐れがある。このため定電圧電源方式の場合は別に定電流回路を追加するなどの対策が必要になる。一方、定電流回路方式は LED モジュールの順電流を一定にする方式で、回路構成はやや複雑であるが、熱損失を抑制でき、効率よく点灯させることができる。高輝度且つ高出力を要求される照明用 LED モジュールの点灯回路方式には定電流回路方式が必須である。

表-3.3.1　LED 照明用制御装置の点灯回路

	定電圧点灯方式	定電流点灯方式			スイッチング電源による電流制御方式
		① 定電流ダイオード	② トランジスタ	③ 3端子レギュレータ	
等価回路					
概要	回路がシンプルかつローコストで実現でき、最もオーソドックスな方式。	一定の電流を流す定電流ダイオード（Current Regulative Diode）を使用する方式。	トランジスタのベース電圧ＶＢを一にしておき、一定電流ＩＦ＝（ＶＢ－VBE）／R_3を得る方式。	3端子レギュレータの出力端子と可変端子の間に抵抗を挿入することで簡単に定電流を得る方式。	半導体スイッチのON/OFFで制御・整流することによって、安定した直流電源を出力する方式。最も使用されている方式。
特徴	LEDの順電圧V_Fがバラツキや自己発熱により変化した場合、順電流も変化するため明るさに影響を及ぼす。また、抵抗Rの熱損失の発生も考慮する必要がある。	シンプルな構成だが、順電流の設定自由度がやや小さい方式。また、自己発熱により電流が低減する特性を持つため、場合によっては温度補償などの対策も必要となる。	やや複雑になるが、比較的安定した順電流を確保しやすい方式。定電圧ダイオード（ZD）の替わりに抵抗を用いる場合もある。	3端子レギュレータの動作電圧とLED順電圧の合計以上の入力電圧が必要で、3端子レギュレータが負担する電力が大きいと効率が低下すると共に、発生する熱の放熱対策が必要となる。	高速にスイッチングするためノイズが発生し易く、高調波対策や力率改善などの回路が必要になる。定電流方式に較べると部品点数が増え複雑になるが、入力電圧範囲が広く、高効率である。

出典：「LED 照明ハンドブック　第 3 章設計ガイドライン　3.3 回路設計」,p8～p10,LED 照明推進協議会

3.4　調光装置

LED 照明の調光方式には、振幅制御とパルス幅制御がある。パルス幅制御は、安価で明るさが変化しても色温度が変わらないメリットがある反面、ちらつき※5 が生じる場合がある。そのため一般照明向けの調光方式は、直流電流の値を制御することで、明るさを調整する振幅制御を採用している場合が多い。振幅制御には、位相制御された電源波形を入力する 2 線式タイプと、電源とは別に調光信号を入力し、LED モジュールに流れる電流の制御目標値を変えることで、明るさを調整する 4 線式タイプとがある。

注記.　※5　LED 照明の場合は点滅応答速度が速く、蛍光ランプのように残像現象が少ないため、点灯周波数が低いとちらつきを感じる。

3.4.1　パルス幅制御（PWM 調光制御：Pulse Width Modulation）

パルス幅制御は点灯周波数制御方式とも呼ばれ、LED チップの点灯時間と消灯時間を制御する事で明るさを調整する方式で、点灯時間を長くすれば明るくなり、点灯時間を短くすれば暗くなる。この点灯時間と消灯時間の長さを決めるのが PWM 調光信号であり、図-3.4.1 に示すようにパルスの幅を調整することで調光率※2 を制御している。パルスが ON になっている割合をデューティ

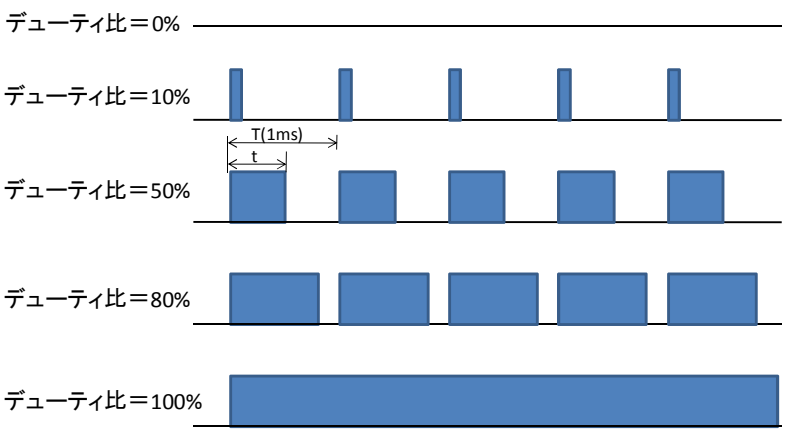


図-3.4.1　PWM 調光信号とデューティ比

比（＝t／T）と呼び、デューティ比 100%ならば普通の点灯と同じで一番明るく、デューティ比 50%になると少し暗めに点灯しているように見える。残像現象により人間の目には連続点灯しているよう見えるが、点灯と消灯を繰り返す周波数が低いとちらつきを感じるため、PWM 調光信号の周波数は十分に高める必要がある。一般照明用途の LED モジュールの場合は 200Hz 程度でも問題は生じないが、この周波数ではカメラなどの機械・装置には通用せず、高速度カメラなどで撮影すると全く写らない場合があるので、こうした用途には 1kHz 以上の周波数を持つ PWM 調光信号を採用している。一般照明用途でも 1kHz 程度の周波数の PWM 調光信号を採用しているメーカもある。

PWM 調光信号を作り出すスイッチング回路には、直流を異なる電圧に変換するチョッパ制御が用いられており、施設照明用途に使用される LED 電源装置には、ほぼ半導体素子を用いたスイッチング電源が採用されている。

パルス幅制御の長所としては、

1) 非調光の制御回路を基本にしているためローコストで調光対応が可能である。
2) 調光により電源波が歪むことはない。
3) PWM 調光信号は小さな電流なので、熱・騒音の発生が少ない。

短所としては、

1) PWM 調光信号の周波数が低い場合はちらつきが起こる。
2) 調光比を下げていくと、若干脈流が残り、ちらつきが気になる場合がある。
3) 調光比 5～10%が調光下限となることである。

注記. ※2　調光率とはランプが出力する光束の比率を言う。

3.4.2　振幅制御（位相調光制御）

振幅制御は、LED の直流電源の値を制御することで明るさを調節する方式で、図-3.4.2 に示すように、入力された交流波形の一部分を切り出す角度を制御して明るさを調整するため、位相調光制御とも呼ばれている。トリガーを与えるタイミング（ターンオン）が早ければ（角度が小さければ）明るくなり、タイミングが遅ければ（角度が大きくなれば）暗くなる。位相を作り出す回路にはサイリスタを逆並列に組合せた双方向サイリスタ（トライアック）が採用されている。振幅制御は調光比を下げて行ってもちらつきが気にならず、広い調光範囲を実現できる。LED で 0～100%調光が可能なタイプは振幅制御を採用しているものが多い。制御回路が特殊になるため、コストは PWM 制御タイプより高くなる

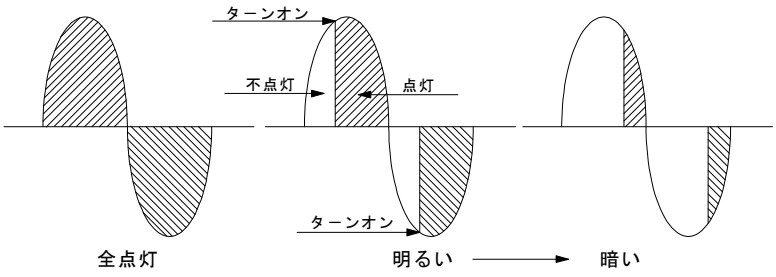


図-3.4.2　振幅制御（位相調光制御）の原理

振幅制御の制御手段は、位相された電源波形を直接 LED 照明又はランプに入力するタイプ（2 線式）と、電源とは別に外部調光信号を入力するタイプ（4 線式）とに分けられる。

振幅制御は、発熱量が比較的少ないサイリスタスイッチを使用した位相調光制御方式が主流であったが、電流値の少ない LED モジュール向けに、ノイズやちらつきを抑える目的で、トランジスタスイッチ（FET）を使用した 2 線式逆位相調光制御方式も開発されてきている。

(1)　位相調光制御方式

位相調光制御方式は、電源の投入される電力の実効値で明るさ決まる白熱電球との整合性は良いが、LED 照明又はランプの場合は、入力される交流電流を点灯回路にて直流の順電圧と順電流に変換して駆動するため、LED モジュールに位相情報が正確に伝わらない。メーカでは位相情報を反映させるた

めに、位相情報を PWM 信号に変換する方法や供給電流に反映する方法を採用し、明るさの設定を行っている。従って LED 照明又はランプは調光対応品しか使用できない。

また、電源波形を直接 LED 照明又はランプに入力するタイプ（2 線式）の場合は、新規に配線を布設する必要が無いなどの特徴がある。

(2) 逆位相調光制御方式

逆位相調光制御とは、位相制御信号のパルスを一旦ロジック IC 等に記憶し、次の電圧ゼロ点から、逆位相制御信号のパルスを発生させるものである。主電流回路に直列逆接続されたスイッチング素子を備える主電流スイッチング部と，スイッチング素子のゲートに通電し電荷を充電する正・負ゲート電荷充電部と，スイッチング素子のゲートを所定のタイミングで放電するゲートオフ制御部と、放電するタイミングを決定する調光可変パルス発生回路部から構成される。保持電流維持回路を設ける必要が無く高効率であることと、商用電源の周波数に同期した音響ノイズの発生が無いためノイズフィルターが不要であることと、ちらつきが少ないなどの特徴である。位相調光制御方式同様に 2 線式であるため、新規に配線を布設する必要が無い。

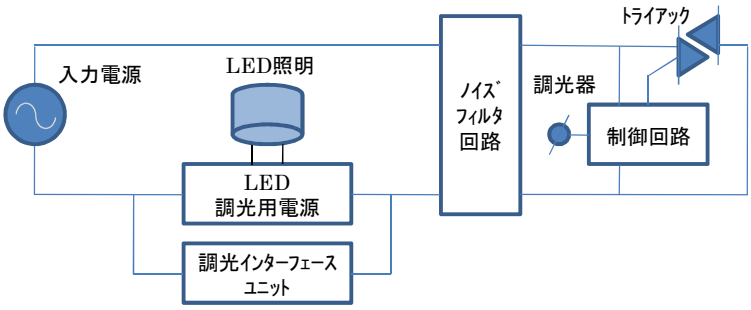


図-3.4.3　2 線式位相調光制御回路

3.4.3 配線及び制御信号方式

(1) 2 線式タイプ

3.4.1(1)に記載したように、白熱灯と併用できるタイプで、調光対応品の電球形 LED ランプにも適用できる。図-3.4.3 に示すように、商用電源と点灯回路の間に、双方向サイリスタ（TRIAC）が挿入されており、調光スイッチのつまみを変化させることにより、双方向サイリスタが電圧波形をターンオンするタイミングを変え明るさを調整している。[2)]

LED 照明器具には、図-3.4.4 の LED チップの順方向電圧（V_f）－順方向電流（I_f）特性が示すように、電圧（V_f）低いと電流（I_f）が流れず発光しない非発光領域がある。調光対応の LED 照明器具は、この非発光領域においても発光するようにダミー抵抗を付加して微小な電流が流れるようにし、入力電流が流れる領域ではダミー抵抗を切り離す制御を行い、非発光領域から低電流領域にかけても調光ができるようにしている。[1)]

ターンオンの位相調光制御方式では電源周波数に同期したノイズが発生しやすく、ちらつき等が発生して、スムーズな調光が出来ない場合がある。これらの問題を改善した 2 線式逆位相調光制御方式の調光器が最近開発され市場に出てきている。

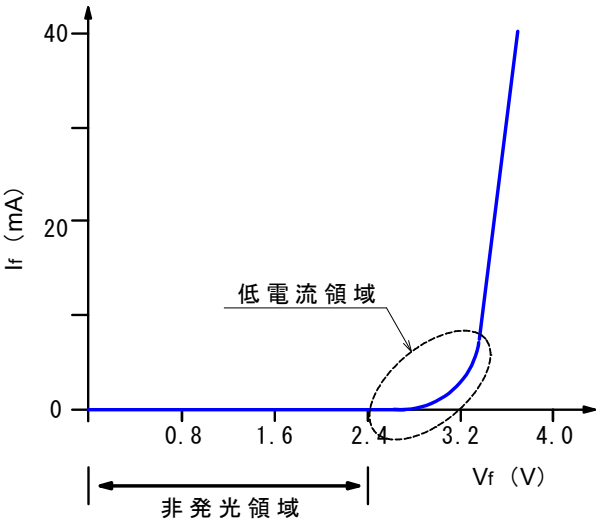


図-3.4.4　白色 LED の順方向電圧（V_f）－順方向電流（I_f）特性

(2)　4 線式タイプ

蛍光灯の一部と併用でき、ダウンライト形やベースライト形の LED 制御に使用されているタイプで、図-3.4.5 に示すように、調光スイッチからの調光信号（デューティ信号）に応じて、LED 照明の電流制御目標値を変えることで明るさを調節する方式である。図-3.4.4 に示す低電流領域では、LED 電圧をフィードバックして明るさを制御する方式とし、スムーズな調光を実現している。

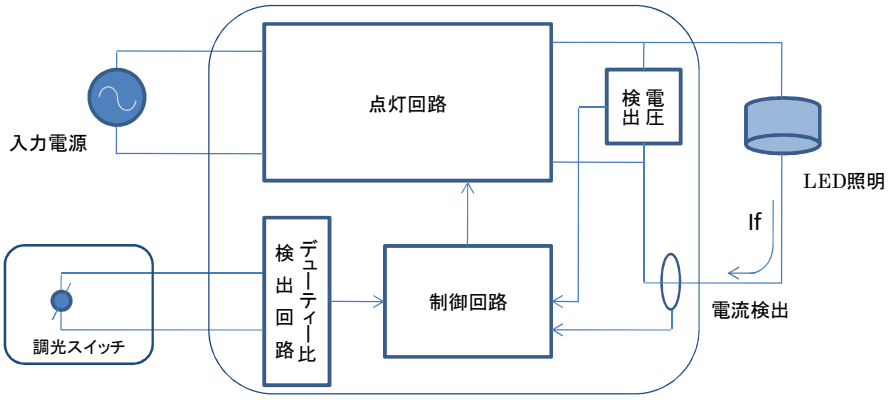


図-3.4.5　4 線式の PWM 調光制御回路

(3)　DMX 信号方式

最近、舞台照明業界で広く使われている DMX512（USITT1990：米国劇場技術協会技術員会）信号を LED 調光制御に採用するメーカが一部で出てきている。DMX512 信号は、RS485 準拠のバス信号であり、2 芯シールドケーブル 1 本で最大 512 チャンネルの照明制御ユニットの制御が可能でき、各チャンネルの信号は 256 段階で制御することが可能である。国際的な統一規格のため、メーカ間で互換性があることが最大の長所である。一般のベース照明ではあまり使われないが、照明器具を 1 台 1 台個別制御できることも特徴である。欠点としては、バス信号のため負荷に対する配線は一筆書きとなるようにせねばならないこと、演出の幅が広いため、制御の設定が煩雑になることがあげられる。

3.4.4　今後普及が期待される制御信号方式について

オフィスなどの執務空間に要求される照明は、長らく効率重視型が続き変わることがなかったが、最近は創造性重視型へとシフトしており、従来の机上面一律な無変化の全体照明方式でなく、仕事の種類やライフスタイルに合わせた適光適所が求められるようになってきた。更に、従来の照明器具では難しかった色彩の変化についても、LED 照明の演色性向上により可能になってきており、サーカディアンリズムに沿った色温度の変化や明るさを作り出すことが求められるようになっている。また、3.11 以降の節電・省エネの観点からきめ細かなエネルギー管理が求められおり、照明器具個別制御も欠かせない要素になっている。そのため照明器具には個々に電源配線だけでなく、制御信号配線も必要になっており、本項では、新築工事だけでなく既存改修工事も考慮して、制御信号配線の省力化技術について紹介する。

(1)　電力線搬送方式（PLC）

電力線搬送通信は、電力線を通信回線として利用する技術で、PLC 又は PLT とも呼ばれ、既に一般家庭用において有線 LAN の替わりとして普及が始まっている。この技術を施設照明用途で実現できれば、既存の施設の改修時又は新築の場合でも、信号配線が不要で電力線だけで、調光・点滅制御が可能となる。LED 照明の場合は点滅制御だけでなく調光や調色制御などの高機能制御が要求される場合が考えられるので、この方式に期待するものが大きい。しかし、この方式は、もともと高い周波数の電気信号を流すことを想定していないため、他の機器から発生するノイズによる誤動作や、逆に電力線がアンテナになり他の信号機器（無線通信や医療機器など）に影響を及ぼすなど可能性があるため、検証を進めている段階で施設用途での実用化にはまだ至っていない。

(2) 無線による制御信号方式

a. Bluetooth 通信

Bluetooth（ブルートゥース、ブルーツース）は、デジタル機器用の近距離無線通信規格であり WPAN（Wireless Personal Area Network）の標準規格の 1 つで、数 m から数十 m 程度の距離の情報機器間で、電波を使い簡易な情報のやりとりを行うのに使用される。IEEE によって規格名 IEEE 802.15.1 で標準化され、2.4GHz 帯を 79 の周波数チャネルに分け、利用する周波数をランダムに変える周波数ホッピングを行いながら、半径 10~100m 程度のパソコンなどのマウス、キーボードをはじめ、携帯電話、スマートフォン、PDA での文字情報や音声情報といった比較的低速度のデジタル情報の無線通信を行う用途に採用されている Bluetooth 搭載機器と通信を行う。モバイル通信における廉価な通信端末用の規格であり、それほど厳密な送受信の制御や秘匿性は考慮されていない。

Bluetooth は当初、赤外線短距離通信である IrDA（Infrared data Association）の完全置換えして普及が試みられたが、使いにくさが強調され普及の妨げとなった。現在では簡易なデジタル無線通信、および指向性の少なさとしての利便性が認識され、多様な分野で普及が進んでいる。無線 LAN に比べて実用範囲が狭いが、無線接続の状態を意識せずに常時接続したままでの使用状況に適している。反対に IrDA は意図して接続するのに適しており、これらは互いを補完している。

Bluetooth は 2.4GHz 帯を使用するため、同じ周波数帯を共用する一部の無線 LAN とは干渉が起こり、併用時には無線 LAN が著しく速度低下を起こすという問題が発生することもある。

b. 赤外線通信

赤外線通信とは、電磁波の一種である赤外線を利用して実現される無線データ通信のことである。赤外線は、可視光線の赤色光よりも波長が長く、電波よりは短いという特徴を持っている。赤外線通信を行うためには、基本的に赤外線送信部を機器の受信部に向けて、遮蔽物の無い状態で操作する必要がある。テレビ・エアコン及びビデオなどのリモコンなどで多く利用されている赤外線リモコンは、異なるメーカ間に共通する規格はなく、互換性がないが、通信速度は 300～1200 ビット/秒程度、赤外線ビームの広がりは 5 度以下、通信距離は 5～10m 程度であることが多い。

ノートパソコンや携帯機器向けの赤外線通信規格としては、標準化団体によって定められた IrDA（Infrared data Association）がある。通信可能距離は最大 1m 程度で、赤外線ビームの広がりは 30 度程度である。

c. 無線 LAN（WLAN、WiFi）

無線 LAN の方式には IEEE 802.11 シリーズと IEEE 802.15 シリーズがあるが、IEEE 802.15 シリーズを無線 PAN（WPAN : Wireless Personal Area Network）と分類する事もある。パソコンや PDA などにおいて一般的に利用される方式で、Wi-Fi（ワイファイ）とも呼ぶこともあるが、これは IEEE 802.11 機器に関する業界団体である Wi-Fi Alliance による相互接続性の認定の名称である。

日本においては、1992 年（平成 4 年）に電波法令上の小電力データ通信システムの無線局とされ、技術基準が定められた。 これにより免許は不要であるが、技術基準適合証明を要することとされた。現在では IEEE 802.11 諸規格が整備されており、その技術規格に準拠した機器で構成されるネットワークのことを一般的に「無線 LAN」と呼んでいる。

IEEE 802.11 シリーズは時代に合わせて規格の追加や修正が行なわれており、近年では主に高速化が進められている。IEEE 802.11b では 2.4GHz 帯の電波を使用し、最高 11Mbps の伝送速度を達成している。その後 5GHz 帯を使用した、伝送速度が 54Mbps という IEEE 802.11a も規格化され、更に IEEE 802.11b と互換性を持ちながら 2.4GHz 帯で 54Mbps という IEEE 802.11g も規格化された。2009 年には規格上の最高伝送速度 600Mbps を達成する IEEE 802.11n が規格化され、さらなる無線 LAN 通信の高速化が図られている。IEEE 802.11 シリーズは、消費電力が IEEE 802.15 シリーズに

比べると大きく、低消費電力の無線 LAN を利用した照度センサーなど開発されているが、端末装置での使い分けが必要であると考える。しかし、既存のネットワークの利用や Wi-Fi アクセスポイントの利用などが簡単であり、PC やスマートフォンの利用も可能であるため、業界では Wi-Fi 対応の調光器の規格を策定し、専用のアプリを開発し無料配布を考えており、近い将来にオフィスの自分の席でスマートフォンを操作して好みの照明に調整できる時代が来ると考える。

d. ZigBee

ZigBee とは、無線 LAN よりも狭い範囲（数m～数十m）で使う無線ネットワークは WPAN（Wireless Personal Area Network）の標準規格の 1 つで、センサーネットワークを主目的とする近距離無線通信規格である。低速で転送距離が短く転送速度も低速である代わりに、安価で消費電力が少ないという特徴を持つ。基礎部分（電気的な）の仕様は IEEE 802.15.4 として規格化されている。論理層以上の機器間の通信プロトコルについては ZigBee Alliance が仕様の策定を行っている。

ZigBee のデータ転送速度は、使用する無線周波数帯によって異なり、表-3.4.1 に示すように、2.4GHz では 250Kbps、902-928MHz では 40Kbps、868-870MHz では 20Kbps となる。900MHz 帯を用いたものは主に米国向け、800MHz 帯を用いたものは主に欧州向けの仕様であり、電波法の関係から日本国内で利用できるのは ISM（Industry Science Medical：産業科学医療用バンド）として開放されている 2.4GHz 帯を用いた仕様のみである。現在、幾つかのメーカにてスマートフォンなどの無線端末を利用した LED 照明制御システム※6 など、ZigBee を利用した近距離無線通信規格の実用化に向けて開発などが行われている。

注記. ※6　ZigBee Alliance は LED 照明制御を対象にした新しい無線ネットワーク規格の「ZigBee Light Link」の開発を進めており、LED ランプや LED 照明器具、センサー、タイマー、スイッチなどを無線で連携させる無線通信プロファイルである。このプロファイルに対応したデバイスであれば、インターネットに接続されたタブレット PC やスマートフォンを使用して制御でき、他の ZigBee 対応機器と連携できる特徴がある。

e. EnOcean 方式

EnOcean（エンオーシャン）技術の特長は、エネルギーハーベスト（環境発電）技術※7 を応用したバッテリーレス無線発信技術にあり、主な応用製品はビルオートメーションで用いられる照明スイッチ、空調制御機器であるが窓の開閉検知、動体センサー、あるいはファクトリーオートメーション用のフットスイッチ、押しボタン、プルスイッチ、その他多岐に亘る。従来の無線スイッチに対して内蔵バッテリーが不要なため、ここにきて応用可能な製品が飛躍的に拡大している。周波数帯は 1GHz 以下の利用頻度の低い有効な周波数帯（ライセンスフリーの周波数帯：欧州・中近東　868 MHz、北米・日本・アジア　315 MHz）を利用することで通信の衝突による通信時間の遅延を防いでおり、WLAN 等の他のワイヤレスシステムと干渉することなく共存が可能である。開発元である EnOcean 社では EnOcean 技術を採用した各製品・機器間の相互運用を図るため、コミュニケーションプロファイルの規格化、標準化を進めており、エネルギーハーベスト技術を含め、今後注目される技術であり制御通信方式と言える。

注記. ※7　エネルギーハーベスト（環境発電）は極めて微量な周囲のエネルギーを電気エネルギーに変換し、無線用の電力として無線信号を生み出す技術であり、製品として最も一般的なものは、スイッチを押すメカニカル・物理的動作を電磁石の技術を利用して発電エネルギーとして利用する技術であり、多くは照明スイッチなど簡便さが要求されるものに利用されている。

表-3.4.1　代表的な無線による制御信号方式

規格	電波帯	通信速度	消費電力	通信距離	認証規格
Bluetooth	2.4 GHz	11 Mbps	中(120mW)	10-100m	IEEE802.15.1
赤外線通信 (IrDA DATA1.0)	赤外線	115kbps	小	1m	
無線LAN	2.4 GHz	11 Mbps	大	100m	IEEE802.11b
ZigBee	2.4 GHz 868 MHz(欧州) 915 MHz(米国)	250 kbps 20 kbps 40 kbps	小(60mW)	10-70m	IEEE802.15.4
EnOcean	315 MHz 868 MHz	125 kbps	極小	30m(屋内) 300m(屋外)	

参考文献

1)　「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,（社）日本電球工業会
2)　鎌田征彦,高坂啓太郎,片野慈子,「LED 照明の省エネ点灯電源と調光制御技術」,p18,東芝レビュー Vol.65,2010 年 7 月

4 章　現状と課題

LED 照明は 2.2 の特徴でも記述したように、従来の照明器具に無い特徴を有し、今後急速に発展して行くものと考えるが、全般照明及び部分照明を問わず、従来光源の代替として健全に市場に浸透して行くためには、次の問題を解決して行く必要がある。

4.1　器具総合効率の向上

LED 照明器具の器具効率を向上させるためには、部品構成の中で最も重要な要素として 2.2.5 項で述べたように、LED モジュールの発光効率を上げることである。即ち LED モジュールの発光効率で照明器具の性能も決まってくると言っても過言ではない。しかし 2.4.2 項の図-2.4.2 で示す様に器具効率は電源回路、高出力化（大電流）、器具効率（レンズの光学制御技術、器具本体の効率）、温度上昇の影響等により、LED チップの発光効率の 70～75%程度であり、出始めの頃の 40～70%に比べると要素技術の進歩に伴い大幅に改善しているものの、まだ改善して行かねばならない部分は多い。また、温度上昇については器具そのものの放熱特性も重要であるが、器具を設置する周辺温度も大きく影響してくるので、施工者が放熱を考慮して設置することも重要となる。

現在、各メーカーでの高出力照明用 LED チップの開発が盛んに行われており、色温度より発光効率に差はあるものの、各要素技術の進歩に併せて 160 ㏐／W 級の発光効率を有する白色 LED モジュールが市場に出回っている。LED チップの高出力化に伴い、従来の器具より少ない LED モジュールで同等の光束量を得る事ができ、消費電力の低減と低コスト化の双方を実現した製品も生まれている。また、大電流 LED には欠かせない要素として、パッケージ内に多数の LED 素子を搭載した集積型 LED モジュールなどの新しい技術も開発され、更に高効率な白色 LED モジュールが生まれている。集積型 LED モジュールは図-4.1.1 に示すように、発光部をひとつにまとめたもので、大きな素子を一つ搭載するよりも、小さな素子を多数搭載することにより、色のバラツキも軽減されると共に、発光面積も大きくとれるなどのメリットも併せ持っている。集積型 LED モジュール等の採用により従来品の 1.2 倍の器具光束と 1.5 倍のエネルギー消費効率を実現した製品も開発されてきている。

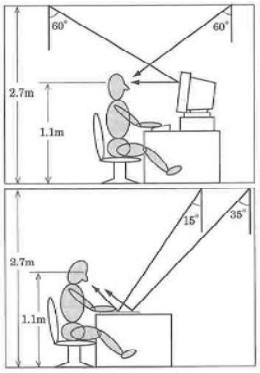
出典：パナソニック㈱エコソリューションズ社カタログ

図-4.1.1　発光部に集積型 LED モジュールを採用したダウンライト形 LED 照明器具

器具としての総合効率向上を図るため、これらの損失を最小限に抑える努力を重ねている状況であるが、省エネ競争のあまり器具効率を表す（㏐／W）値が多いことが即ち性能という見方をされ、照明器具が本来持たなければならない光の質が疎かになっている場合も見受けられる。省エネルギー性能を求めるばかりに、現在保持している光環境を悪化させ、心理的な悪影響を及ぼすような照明器具については、市場から排除されて行くことが望まれる。

4.2　高輝度（グレア）について

LED 照明器具は従来の照明器具と比較して、指向性が強く光束が拡散しにくいため、不快グレアが起こり易く、人により目の痛みが起る場合がある。現在販売されている照明器具メーカーの主力製品の一部にも眩しさを感じさせる輝度の高い製品があり、未だ十分に改善されているとは言い難い。これを解決するには、より拡散性の高いカバー等を採用し、光束を拡散させる必要があるが、器具効率と輝度対策は相反する関係にあり、カバー等を取付ければﾙｰﾒﾝ／W 値は低下する。当初メーカーでは、光の質よりも省エネ性能を重視する傾向があり、多少のグレアは LED 照明の特性であり仕方ないとの考えがあったが、現在は JIS Z 9110:2010（照明基準総則）にも不快グレア※1に関する記載があり、各メーカーは光学制御レンズや拡散カバー等に工夫を加え、不快グレアの低減と高輝度を両立させる努力を行っている。



$$UGR = 8 \times \log\left(\frac{0.25}{Lb} \times \sum \frac{L^2 \times \omega}{P^2}\right)$$

Lb: 背景輝度(cd/m²)
L :観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の輝度(cd/m²)
ω:観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の立体角(sr)
p:それぞれの照明器具の視線からの隔たりに関するGuthの位置指

図は照明ハンドブック（照明学会）より

図-4.2.1　不快グレア（屋内）の算出式

注記. ※1　グレアを数値化し、人に与える影響度を一覧化したものが、JIS Z 9110 に記載されており、ここでは、不快グレアを作業上の誤り・疲労・事故などの原因になると定義している。長時間作業する執務空間等は UGR16 又は 19 が要求される。図-4.2.1 に不快グレア（屋内）の算出式を示す。

4.3　価格について

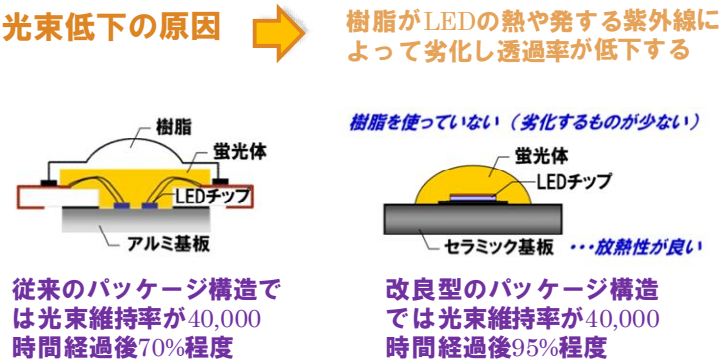
LED 照明器具が一般照明器具として普及するには、従来形の蛍光灯器具・HID 照明器具に比べて 3～5 倍するコストが最大の課題である。現時点でも LED の長寿命化による光源の交換コストや、高効率化による節電効果を考えると、ランニング面では白熱灯・電球形蛍光灯器具に十分勝り、直管形 Hf 蛍光灯器具に肩を並べようとするレベルまで達したと云えるが、初期コストでの割高感は依然として存在する。しかし、液晶テレビ用バックライトにも LED モジュールが使われだすことにより，膨大な数の LED 素子が量産されるようになり、大量生産を実現するための生産技術の進歩など、この相乗的な量産効果により、コストダウンが進んでいるのも事実である。また、LED 照明器具製造の世界では、従来の照明器具メーカーだけでなく、半導体関連メーカー等幅広い分野の様々なメーカーが参入しており、更なるコストダウンが進んでいくものと考えられる。

コスト高の要因は LED チップ自体のコストと考えられがちであるが、放熱装置、配光制御レンズ、制御装置等が必要になるため割高になり、各部位のコストダウンも欠かせない要素である。また、LED チップのコストについては、日本では特許がコストダウンの足枷になっている面もある。しかし、青色 LED チップや白色 LED チップの基本特許は 1990 年代前半に出願されており、2010 年以降には出願から 20 年の特許有効期間が切れる。特に大手 5 社（日亜化学工業、豊田合成、OSRAM opto、米 Cree、Philips Lumileds）の基本特許が、2012 年以降逐次失効し始めるため、周辺特許の有効期間は依然と残るものの、特許網を潜って海外製 LED モジュールが大量に流入してくることが予想される。国内 LED メーカーもその対抗措置を取ることが考えられ、大きく値段が下がることが期待出来る。しかし、その反面、大量に流入するローコスト優先で、各規格・基準に定められた性能を満たさない品質の海外製 LED モジュールを搭載した製品が、市場に蔓延することが予想されるため、この時期までに安全性・品質確保のための法整備を明確にすることが必要であり、規格（日本工業規格等）では安全基準・性能基準等を整備することが期待される。更に、受け入れ試験の体制等が整い、粗悪品を排

斥するシステムが出来上がっていることが、LED 照明の発展には欠かせない条件である。

4.4　更なる長寿命化について

LED 素子は固体発光方式のため、従来の光源のようにフィラメントの劣化・断線などで不点灯になることはないが、使用材料の劣化などにより点灯時間に沿って光量が減少する。LED モジュールの劣化の主な要因は、2.3.2 劣化のメカニズムで述べたように封止樹脂が熱や紫外線などで劣化し透過率が低下するのが主な要因であるが、図-4.4.1 に示すように従来の封止樹脂を使用したパッケージ構造を、樹脂に変えて劣化の少ない蛍光体にて封止する構造に変え、併せて基板にセラミックを採用し放熱効果を良くし、更なる長寿命化を図る研究開発などが進んでおり、これにより 40,000 時間を大幅に超える 60,000 時間超の LED モジュールも作られるようになってきている。

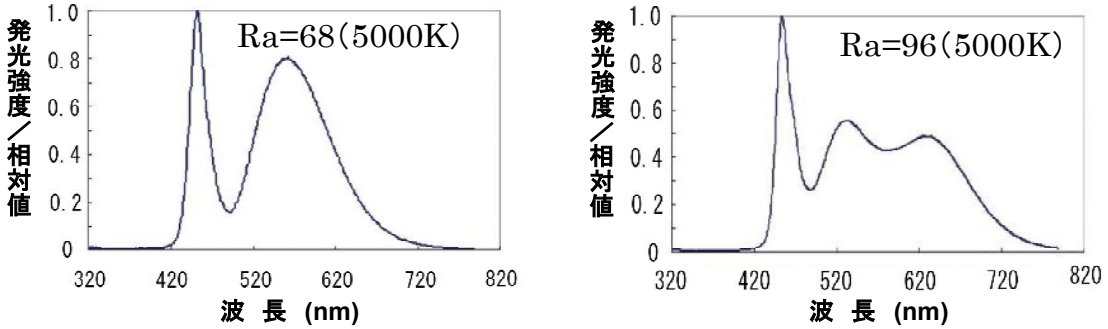


出典：パナソニック・エコソリューションズ社カタログ

図-4.4.1　蛍光体を封止樹脂の代わりに使用し劣化を抑えた改良型パッケージ

4.5　演色性について

市場に出回っている LED 照明の Ra（演色性評価数）は低く、三波長蛍光ランプに比較し演色性が良くないと一般的にいわれているが、表-2.1.1 に白色 LED モジュールの主な方式と比較を示すように、高演色性の LED モジュールも開発されている。表に記載している方式の中で演色性を改善する方法として期待されているのは、(3)の方式の近紫外線 LED 素子と青／緑／赤の蛍光体を組合せて光の三原色を作り出す方法であるが、実用化のされているものの近紫外線 LED 素子の効率が低いため、青色 LED 素子と蛍光体の組合せに代わるところまで来ていない。従って現在は、(1)の方式である青色発光 LED チップに黄色蛍光体を組み合わせた LED モジュールが、経済性と効率の観点から大半の白色 LED 照明器具に採用されている。この方式は図-2.1.1 に示すように青色の LED チップが発する青色光と黄色蛍光体によって励起・変換された黄色光との合成光であり、2 つのスペクトラムの強さにより色温度が決まってくるが、LED チップが発する発光スペクトルが比較的狭いため、一般的には黄色蛍光体に 2 種類以上の黄色蛍光体を採用し、変換光スペクトルの幅を維持して演色性を高めている。しかし、黄色蛍光体の量が多いと LED の発光が阻害され発光効率が低下する要因になるため、器具効率を優先するタイプの LED 照明器具は青色のスペクトラムが強く色温度が高い傾向にある。



(a)青色LED＋黄色蛍光体の発光スペクトル　　(b)青色LED＋緑色・赤色蛍光体の発光スペクトル

図-4.5.1　昼白色光源の LED 照明のタイプ別発光スペクトルの比較

色温度が高い場合であっても、図-4.5.1 に示すように蛍光体で励起される変換光スペクトルの組合せによっては、同じ色温度(5000K)でも平均演色性数値(Ra)が大きく異なる。演色性を改善するには青色 LED チップが発する青色光と蛍光体により励起・変換された光スペクトルの組合せがポイントとなる。

(1) 演色性の改善

演色性を改善する策として採用されている方法を紹介する。

1 例目は図-4.5.2 に示すように、可視選択吸収フィルタを採用し、450nm 付近（青）と 580nm 付近（黄）の光を吸収し、全体の分光分布バランスを適正化する方法により、平均演色評価数 Ra90 以上の高演色数値を確保し、自然な色を再現している。2 例目は、青色 LED 素子から緑色及び赤色の光を作り出す蛍光体の開発を進め、青／緑／赤の光の 3 原色を発生する LED モジュールを開発して平均演色評価数 Ra90 以上の LED 照明を製品化している例である。図-4.5.3 に照明用 LED モジュールの発光色と演色性を改善する蛍光体の組合せ（例）として、青色 LED 素子から緑色及び赤色の光を作り出す蛍光体の発光スペクトルと従来タイプの発光スペクトルを比較したものを示す。

2 例とも演色性を改善するために光の吸収や蛍光体の量を増やす等の方法を採用するため、LED の発光が阻害され発光効率が低下するなど課題がある。

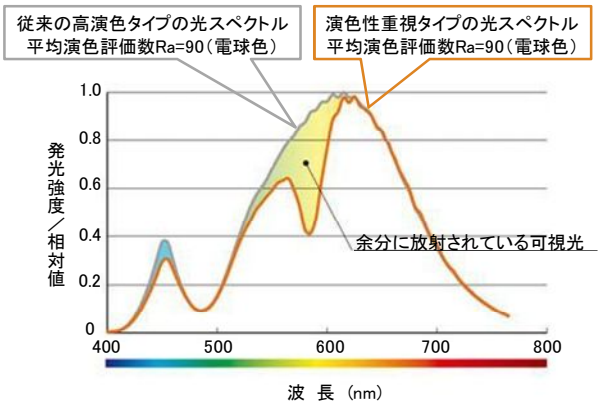


図-4.5.2 可視選択吸収フィルタを採用し
不必要な光を吸収して高演色性を得ている(例)

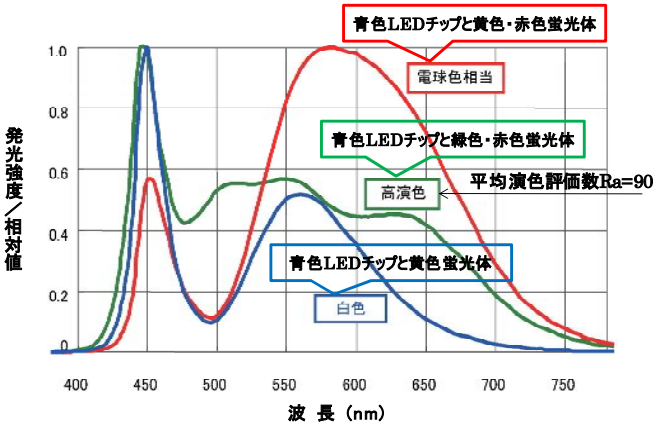


図-4.5.3 照明用 LED モジュールの発光色と
演色性を改善する蛍光体の組合せ（例）

(2) 蛍光体での効率改善

青色 LED 素子や近紫外 LED 素子では 2.1.3 項に記載したように, 白色光など LED 素子そのものの発光色以外の光を得るために蛍光体を使う。青色 LED チップと組み合わせる蛍光体としては, 図-4.5.3 に示すように、黄色蛍光体，黄色蛍光体と赤色蛍光体，緑色蛍光体と赤色蛍光体などがあり、蛍光体材料には，YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）系，TAG（テルビウム・アルミニウム・ガーネット）系, サイアロン（ケイ素・アルミニウム・酸素・窒素）系，BOS（バリウム・オルソシリケート）系などを使用する。

LED モジュールを青色 LED 素子と蛍光体で構成するとき，最も多い手法は、蛍光体を封止樹脂材料の透明のシリコーン樹脂などに蛍光体を混ぜ合わせて青色 LED 素子を覆う手法であるが、この方法では蛍光体によって波長を変換された光が, 他の蛍光体に当たって乱反射することが多く、この乱反射を繰り返す

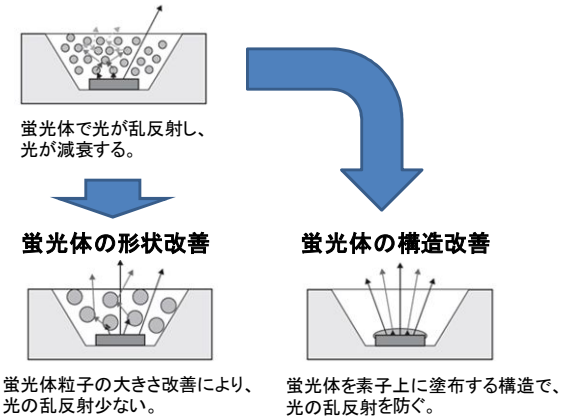


図-4.5.4 LED モジュールと蛍光体の構成方法

うちに光が減衰して効率低下に繋がってしまう問題があった。改善策として図-4.5.4 に、蛍光体粒子の大きさを改善して乱反射を少なくする方法や、青色 LED 素子の発光面に蛍光体を直接塗布する方法を示す。後者の LED 素子に直接蛍光体を塗布する構造にすると，LED 素子表面部分にしか蛍光体が存在しなくなり、表面部分を通過した後の光は蛍光体で乱反射することがない。加えて，青色 LED 素子の発光と蛍光体が作り出す光が同一面から放射するため、レンズを組み合わせた際にきれいな配光が得られる，などの利点がある。

演色性の向上と器具効率の改善は、相反する関係にあり、今後の課題ではあるが、CIE（国際照明委員会）では用途に応じた平均演色評価数の基準を設け、光源の演色性に対しても一定の要求を行っており、演色性の向上は照明器具にとって必要な要件となっている。また、JIS Z 9110-2010 の照明基準総則では長時間執務を行う事務所等では Ra80 以上が規定されており、照度基準を満足するだけでなく、光の質の向上も求められている。

注記. 1) JIS Z 9110:2010（照明基準総則）の基本的な照明作業要件（屋内作業）では、従来の照明基準にグレア制限値と演色性の基準が加わり、長時間作業を行う執務空間については、良い照明環境を得るために UGR16 又は 19、Ra80 以上の基準が設けられた。

2) CIE では、従来の光源と同様の測定方法では特性を評価できないとしている。従って演色性評価についても新しい評価基準が導入される可能性がある。

4.6 ノイズについて

LED 照明器具は、制御装置にスイッチング電源による電流制御方式を採用するなど、高周波で電源回路を駆動している部分があるため、電磁放射対策を意識していない設計の製品については、ノイズ（雑音）放射が多く出る可能性がある。ノイズ障害については、東北地方の商店街に設置された街路灯の電球を LED 照明器具に取替えたところ、街路灯が点灯している間、アナログテレビや FM ラジオにノイズが入る受信障害が発生したと、2010 年（平成 22 年）4 月の新聞に報道された。この事例では、町や LED 照明器具を製造したメーカーが協力して解決したが、同様の電波障害による不具合が他の地域等でも発生している。電気を使用する製品は基本的にノイズを発生するため、電波の受信に多少なりとも影響をもたらしている。LED 照明器具は、前述のようにスイッチング電源を使用しているものが多く、未対策だとノイズが発生する可能性は高い。また、対策済みの器具でも、テレビやラジオ等との距離や電波の状況、使用する照明器具の数など幾つかの条件が重なることで、稀に電波障害を引き起こすことがあるので留意する必要がある。

表-4.6.1　照明器具の電気用品安全法における適用基準

項目	対象品目	基準値（測定距離が3mの場合）	
		周波数範囲	限度値
雑音端子電圧	蛍光ランプ※1)及び照明器具等	526.5kHz～5MHz 5MHz～30MHz	56dB以下 60dB以下
	照明器具等（半導体素子を内蔵する制御装置を有するもの）	526.5kHz～30MHz	74dB以下
雑音電力	照明器具等	30MHz～300MHz	55dB以下
	照明器具等で、半導体素子を内蔵する制御装置を有するもの※2)	30MHz～300MHz	55dB以下
雑音電界強度	蛍光ランプ※1)	150kHz～1,000MHz	40dB以下

注記. ※1）定格消費電力が40W以下で、高周波点灯専用形蛍光ランプは除く。
※2）装置内部の動作周波数又はクロック周波数が9kHzを超えないものは除く。

国内で販売される電気機器は、電気用品安全法における技術基準で求められている試験により、雑音端子電圧、雑音電力及び、雑音電界強度の値が基準値を満足することが求められている。技術基準では“蛍光ランプ”は雑音電界強度と雑音端子電圧、“照明器具等”については雑音端子電圧と雑音電力の試験が求められており、表-4.6.1 の基準値が定められている。LED 照明器具は電気機器製品でありながら、一部の機器（別置の LED 電源ユニット、電気スタンド、庭園灯器具等）を除いて電気用品安全法の規制対象外となっていたため、妨害波対策に関してはメーカーの自主規制に任せている状態であった。しかし、電気用品安全法施行令改正（平成 23 年 7 月 6 日公布、平成 24 年 7 月 1 日施行）により規制対象品として追加されたことにより、当面は従来の“蛍光ランプ”あるい“照明器具等”の区分で試験が行われると予想されるが、定められている雑音端子電圧、雑音電力及び雑音電界強度の各基準値を遵守することが求められて行くことになる。

照明器具が発生するノイズ等の無線妨害対策の許容値については、国際無線障害特別委員会の定める規格（CISPR）も存在する。これは無線障害の原因となる各種機器からの妨害波の許容値を、国際的に合意することにより国際貿易を促進することを目的としたもので、日本もこの委員会には参加しており、国内では総務省を中心に審議体制が整っている。“照明器具等”については $CISPR_{pub15}$（電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法）があり、妨害波電圧や放射妨害波について許容値が定められている。

電気用品安全法における技術基準、CISPRpub15 及び旧電気用品取締法の基準値を満たす製品については、通常の使用で電波障害を引き起こすことはほとんどないとして、これらの基準を基に社内基準を決めて、LED ランプや LED 照明器の製造を行っているメーカーもある。表-4.6.2 にその適用基準（例）を紹介する。

表-4.6.2　LED 照明器具における某社の社内適用基準（例）

項目	基準	基準値（測定距離が3mの場合）	
		周波数範囲	限度値
雑音端子電圧	電気用品安全法に基づく	526.5kHz～5MHz 5MHz～30MHz	56dB以下 60dB以下
雑音電力	電気用品安全法に基づく	30MHz～300MHz	55dB以下
雑音電界強度	$CISPR_{pub15}$※1に基づく （ラージループアンテナ法 ループ直径2m）	150kHz～2.2MHz 2.2MHz～3.0MHz 3.0MHz～30MHz	58～26dB以下 58dB以下 22dB以下
	$CISPR_{pub15}$及び 旧電気用品取締法※2に基づく	30MHz～230MHz 230MHz～300MHz	50dB以下 57dB以下

4.7　高調波について

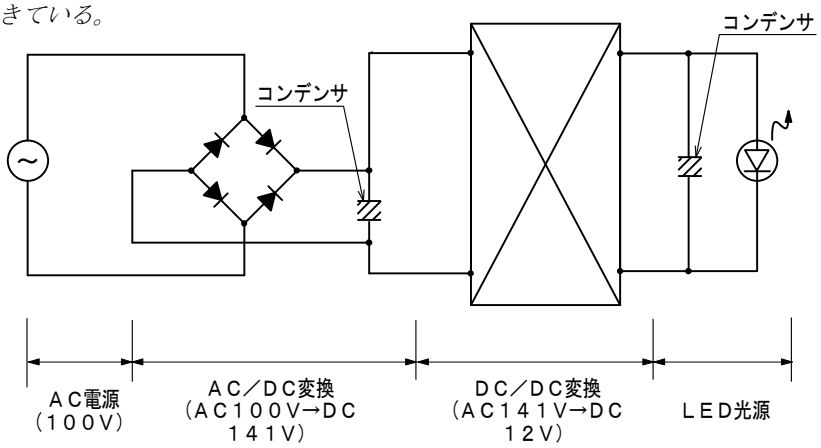
制御装置の電源ユニットは、図-4.7.1 に示すように AC／DC 変換には、スイッチング用の整流器の直後に、平滑用のコンデンサが挿入されたコンデンサインプット型が多く採用されている。コンデンサインプット型のスイッチング回路の入力電流は、図-4.7.2 に示すように、電圧波形のピーク付近だけ電流が流れるパルス形状に近い電流波形になるので、波高値が高く、同じ周波数の正弦波に比べて高調波電流が多く発生する。また、調光スイッチは 3.4.2 項に記載しているように、双方向サイリスタやトライアックで位相制御を行い調光しているため、図-4.7.3 の電流波形になり高調波を発生する。高調波電流が電気機器や設備に流れると、その設備機器に余分な熱が発生して機器に損傷を与えたり、誤動作させたりする。また無駄なエネルギーが消費されることから社会的な問題となっており、国際的な規格 IEC61000－3－2 が 1995 年に制定された。欧州では、それに整合するかたちで、欧州規格（欧州電気標準化委員会）EN61000－3－2 が制定され、2001 年 1 月より施行されている。また、日本で

は、資源エネルギー庁の「電力用基盤強化懇談会」で電力系統の高調波環境目標レベルとして、総合電圧歪み率が高圧配電系で 5%、特高系で 3%と定められ、これを受け IEC 規格の整合性を基本とし、特定需要家向けの「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」と「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」[1)]（平成 6 年 9 月 30 日付けで通産省公報）が決定され通達された。規格では現在 JIS C 61000-3-2（2011）「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値」が適用されており、電圧 300V 以下の商用電源に接続している定格電流 20A 以下の家庭・汎用機器に対して、高調波電流の発生限度を規定されている。発生限度の値については機器を分類し、各々のクラスの機器に対して適用されており、照明機器はクラス C の機器に対する限度値が適用されている。

施工に際しては LED 照明用の制御装置の仕様が、の高調波電流発生限度値に対応しているかの確認が必要であり、メーカーに対して仕様書を提出させるのも一つの方法である。[□2)] しかし、白熱電球などの高調波の少ない「線形負荷」から LED 照明などの「非線形負荷」に代わると、高調波が増加することが予想され、「高調波抑制対策ガイドライン」で制定する高調波環境目標レベルを対策無しでは守れない可能性も出てくるため、照明器具の性能を注意深く見て行く必要がある。

注記.　1）日本工業規格 61000-3-2(2003)が制定されたことに伴い、「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」は、平成 16 年 9 月 6 日付け 16 製安第 15 号にて廃止された。

2）最近ではアクティブ平滑フィルタ等の高調波対策用の回路を採用した制御装置も市販されるようになってきている。



参考文献：
中西康夫. 電設技術,「LED の基礎知識」,p.32,平成 21 年 9 月号

図-4.7.1　LED 照明器具の制御装置の電源回路図

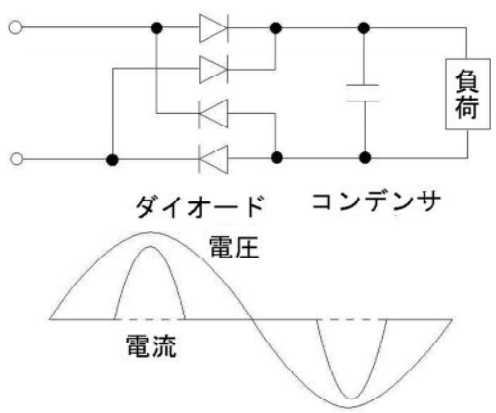


図-4.7.2　コンデンサインプット型の整流回路の電圧・電流波形

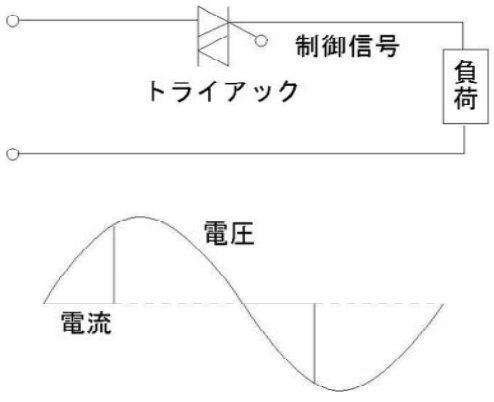


図-4.7.3　トライアック位相制御の調光回路の電圧・電流波形

4.8　色のばらつき

白色 LED モジュールは、製作時の複雑かつ微妙な工程を持つ半導体製品であることから、色のばらつきが生じ、複数個の白色 LED モジュールで一つの面を照らすようなウォールウォッシャーやコーブ照明などでは、各 LED モジュールの色の違いが見えやすく、違和感を覚えるだけでなくクレームの原因になることもある。青色 LED チップと黄色蛍光体を用いる白色 LED モジュールでは、製造過程で生じる青色 LED チップの波長ばらつきや黄色蛍光体量のばらつきが原因で、色温度に大きなばらつきが生じるのは止む得ないことであるが、メーカーでは色温度のばらつきの少ない LED モジュールを得るために、完成品の色温度を測定して適合品を選別し器具組込み時に目立たなくする方法や、蛍光体を封止樹脂と共に成形して一定の厚みにする方法を採用して、色温度のばらつきを極力抑える努力を行っている。しかし、この方法では白色 LED モジュールの不適合品が減らず、コスト低減化の障害になっているため、青色 LED チップの製造工程でのばらつきをランク分けして、それに合わせて黄色蛍光体の量を調整することにより、色温度のばらつきを蛍光灯並みの 5SDCM※1 以内を目指しているメーカーもある。[1)]

LED 照明器具は、個々の LED チップ・モジュール・製造時期等により、光色や明るさが異なることがあり、LED チップの性格上、若干のばらつきは仕方のないことと割り切る必要があり、また、カタログ表記の数値は参考値であり保証値でないことを認識しておく必要がある。

注記.　※1　5SDCM：基準監督者が等色と判断する色温度範囲。

4.9　フリッカ及びちらつき

当初の LED 照明器具や廉価な商品及び制御装置を軽量にする必要がある直管形 LED ランプなどには、定電流ダイオード方式の制御装置が多く採用されている。図-4.9.1 に定電流ダイオード方式の波形と、スイッチング電源により電流制御方式の平滑化された波形を示すが、定電流ダイオード方式の電圧波形は整流の平滑化（波形の凹凸具合をならして、波形を直線に近づけること）が十分でなく脈流が顕著に見られる。この脈流は波形に隙間（電圧 0V の部分が顕著）あり、完全に点滅している状態でもちらつきが気になる。一般化している「スイッチング電源回路」でも平滑回路で除ききれない波形の乱れ（リップル）が残る場合がある。調光方式の LED 照明器具の場合には注意が必要である。

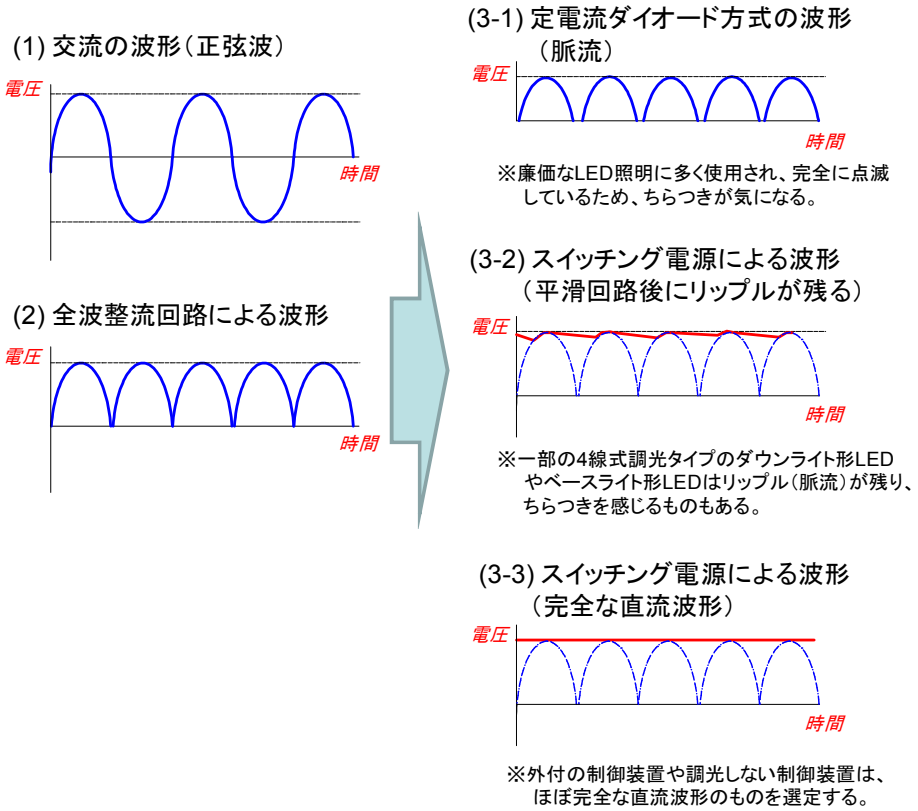


図-4.9.1　制御装置の電圧波形とちらつき

因果関係は明確になっていないが、フリッカやちらつきは目の感度が高い人には気になり、場合によっては眼精疲労や体調不良を訴えることがある。また、ちらつきは人の目に気になるだけでなく、ビデオ撮影やデジカメ撮影時にも影響を及ぼすため、ベース照明で使用している場合は注意が必要である。(社)日本電球工業会では対策として、ランプの出力電流波形のリップル率を 1.3 未満とし、波形の周波数を 100Hz 以上と要求している。また、平成 24 年 1 月 13 日改正された電気用品の技術上の基準を定める省令では、「一般照明に使用する LED ランプ又は LED 照明器具にあっては、光出力はちらつきを感じないものである事」と定められた。

参考文献あつき

1) 宮崎康弘,下田則和,藤原興起,葛原一功,横谷良二,森　哲,「高出力・低色度ばらつき LED パッケージ製造法」,p9,松下電工技報 Vol.55,No.2

5 章　関連法規・規格との整合性と動向

5.1　電気用品安全法

LED を利用した光源や照明器具は、白熱灯や放電灯（蛍光灯、HID など）とは点灯の原理、構造などが異なることから表-5.1.1 に示す「照明器具の形状・用途により分類される電気用品」については電気用品の対象になるが、表-5.1.2 に示す「光源の種類により分類される電気用品」には該当しなかった。このため安全性や品質性能が満たされていない製品が市場に流出する可能性があり、消費者側からは安全・品質確保の観点から、メーカーからは安全設計の観点から法制度の整備が求められていた。

表-5.1.1　照明器具の形状・用途で分類される電気用品

電気用品名
電気スタンド
装飾用電灯器具
広告灯
ハンドランプ
庭園灯器具
充電式携帯電灯

表-5.1.2　光源の種類により分類される電気用品

電気用品名	光源の種類
白熱電球	白熱電球
蛍光ランプ	蛍光灯
家庭用つり下げ形蛍光灯	蛍光灯
その他の白熱電灯器具	白熱電球
その他の放電灯器具	放電灯（蛍光灯、HID灯等）

このような背景を踏まえて関係機関などで検討が進められ、平成 22 年 5 月経済産業省製品安全課から、近年事故が散見される製品で急速な普及が見込まれる製品を、規制対象化するための「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令について」※1 が出された。パブリックコメント（意見募集期間：平成 23 年 1 月 6 日～1 月 25 日）などの所要手続きを経て、平成 23 年 7 月 1 日に電気用品安全法施行令の改正※2 が閣議決定され、LED ランプ及び LED 照明器具について規制対象品目として追加された。併せて、平成 24 年 1 月 13 日に電気用品の技術上の基準を定める省令及び電気用品安全法施行規則が改正され、LED ランプ等の技術基準（解釈付）、施行規則（別表第二）、施行規則（別表第五）、技術基準解釈（雑音の強さ）が定められた。

これにより LED ランプと LED 照明器具の製造業者は、平成 24 年 7 月 1 日以降に製造又は輸入するものについては、技術基準に適合する製品を生産し、基準への適合を示す PSE マーク等（自主検査のみで表示できる特定電気用品以外を対象とした丸形マーク）を製品に表示しなければならなくなった。平成 24 年 6 月 30 日までに製造又は輸入したものでも PSE マーク等を表示する場合は、平成 24 年 7 月 1 日施行の技術基準を満足することが必要となった。尚、平成 24 年 6 月 30 日までに製造又は輸入したもので PSE マーク等を表示しない場合は、継続して販売することができるが、製造・輸入日が確認できる証拠書類の保管が必要となる。

技術基準の改正概要は、共通事項として従来の照明器具と同じ基準の適用と、個別事項では「構造」、「絶縁性能」、「平常温度上昇」等の事項の他、LED 特有の特性である長寿命などによる経年劣化や寿命末期の安全性、ちらつきを無くす周波数などの基準が追加された。表-5.1.3 に電気用品の技術上の基準を定める省令第一項基準の事項（別表第八）を、表-5.1.4 に LED ランプ及び LED 照明器具全般に共通に追加された基準と解釈を示す。

注記.　※1　参考資料-2「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について：経済産業省製品安全課」を参照のこと。

※2　参考資料-3「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について：経済産業省商務流通グループ製品安全課」を参照のこと。

表-5.1.3　電気用品の技術上の基準を定める省令第一項基準の事項（別表第八）

	エル・イー・ディー・ランプ（LEDランプ）	エル・イー・ディー・電灯器具（LED照明器具）
共通事項	(1)　材料 (2)　構造 (3)　部品及び付属品 (4)　消費電力等の許容差 (5)　雑音の強さ (6)　電圧変動による運転性能 (7)　二重絶縁構造 (8)　漏えい電流測定 (9)　表示	
個別事項	イ　構造 (イ)口金等の導電部は、銅又は銅合金であること。 (ロ)口金のかん合部の寸法は、JIS C 7709-1に適合すること。 ～（中略）～ (ニ)一般照明用に使用するエル・イー・ディー・ランプにあっては、光出力は、ちらつきを感じないものであること。 (ホ)供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること。 ロ　絶縁性能 ハ　口金の接着強さ	イ　構造 (イ)屋外用のものにあっては、防水構造であること。 ～（中略）～ (ヌ)一般照明用として光源にエル・イー・ディーを使用するものにあっては、光出力は、ちらつきを感じないものであること。 (ル)供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること。 ロ　絶縁性能 ハ　平常温度 ニ　熱変形 ホ　耐熱衝撃性 ヘ　機械的強度

表-5.1.4　LED ランプ及び LED 照明器具全般に共通に追加された基準と解釈

追加された基準	技術基準	解釈
光出力のちらつき（フリッカー）対策	光出力はちらつきを感じないものであること。	繰り返し周波数が100Hz以上で光出力に欠落がない、又は、繰り返し周波数が500Hz以上のものは「ちらつきを感じないもの」と解釈
供用期間中、発煙、発火	供用期間中、発煙、発火等火災に関連する故障が発生しない設計であること	過入力状態の試験及び外郭の耐火性に合格するものであれば適合するものと解釈
異常温度上昇	ランプ制御装置出力回路の露出充電部を短絡したとき、器体外部に炎が出ることなく、木台の温度が160℃以下で、絶縁抵抗が0.1MΩ以上であること※1	

注記. ※1　電気スタンドやハンドランプ等は、LED制御出力回路の直流低電圧が露出する場合が考えられ、筆記具やネックレス等によって。短絡してしまう状況を想定した試験に対応できること

図-5.1.1 に今回拡張された範囲をしめすが、「エル・イー・ディー・ランプ（LED ランプ）」については、「(10) 定格消費電力が 1W 以上のものであって、1 の口金を有するものに限る」※2、一方「エル・イー・ディー・電灯器具（LED 照明器具）」については、「(12) 定格消費電力が 1W 以上のものに限り、防爆型のものを除く」※2 とあり、「ランプの入力電流が直流であるもの（AC／DC 変換の制御装置が非内蔵のもの）」、「2 の口金を有する直管形 LED ランプや環状形 LED ランプ」、「E39 口金のもの（家庭用に販売されていないもの）」、「コネクタ接続であるもの（JIS C 7709-1 に規定される口金を有していない）」、「定格消費電力が 1W 未満のもの（政令指定外）」は対象とならない。これは、今回の狙いが急速に家庭に普及している電球形 LED ランプだったことと、直管形 LED ランプを対象にするためには、直管形特有の技術基準について検討が必要になることから今回の改正では対象外となった。

しかし、直管形 LED ランプを専用に使用する照明器具は「エル・イー・ディー・電灯器具」に含まれるとされ、電気用品に追加されることになったため、使用者によって直管形ランプを取り付け、又は取り外しが出来る器具については、省令第 1 項技術基準（添付参考資料-4「直管型 LED ランプを専

用に使用する灯具に対する技術基準要求について」を参照されたい。）により、ランプの取換え時や清掃時の容易さや確実さ、並びに安全が確保できる構造であることが要求されている。尚、この技術基準に適合していない器具や安全性について実証出来ない器具については、ランプを使用者により取り外せない構造にすることが要求されている。

注記. ※2 電気用品安全法施行令別表第 2 第 9 号（10），(12)より引用。

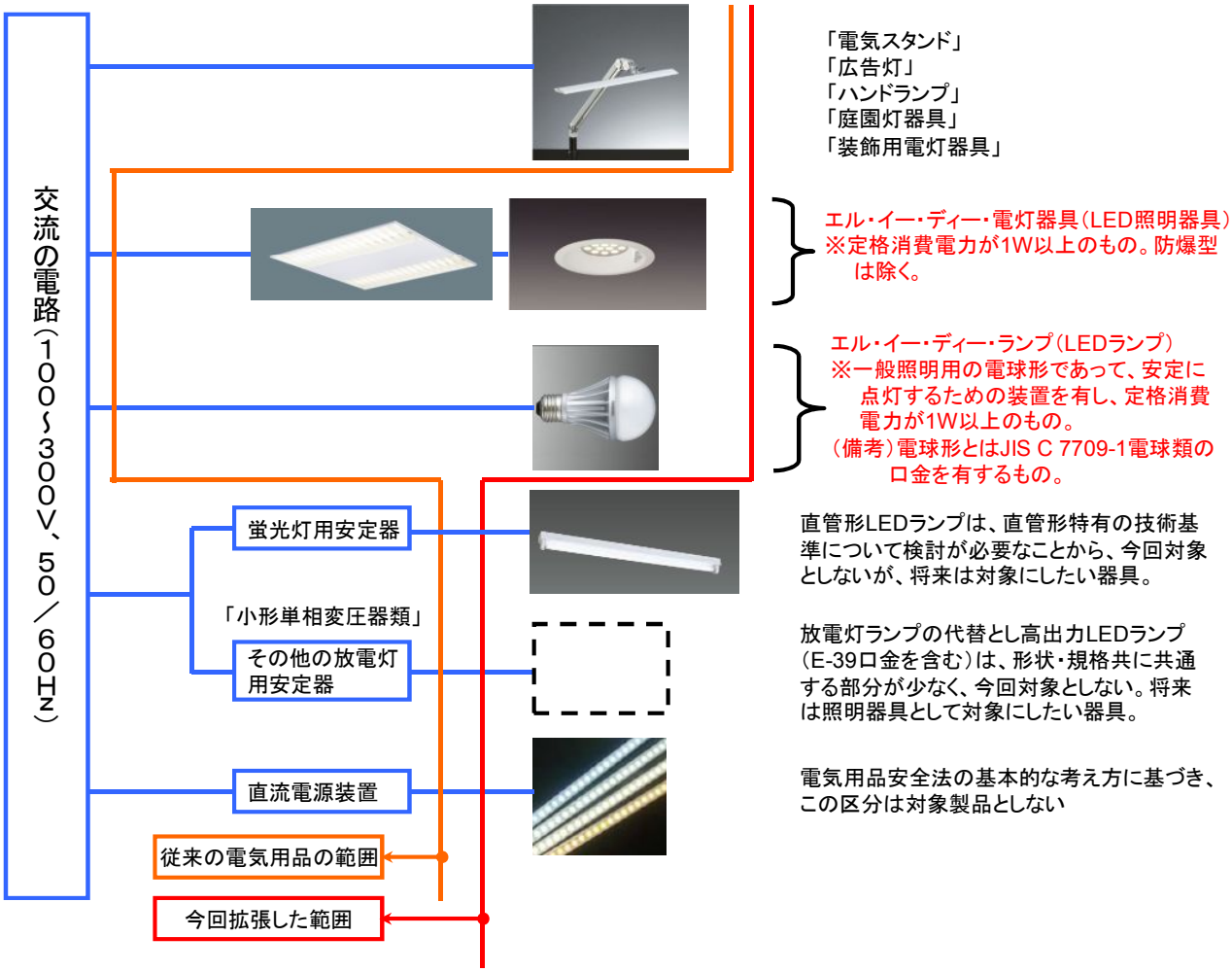


図-5.1.1　電子発光体照明器具（エル・イー・ディー・照明器具）と電気用品安全法の従来の範囲と今回拡張された範囲

5.2　日本工業規格（JIS）

LED 照明の正しい普及促進のためには、LED 光源・モジュール・電源・器具を開発する際に必要な、既存光源や照明器具の評価と整合が可能な LED 向けの測定方法・安全基準・性能要求事項の整備が必要であり、日本も経済産業省、照明関連 4 団体（日本照明器具工業会、日本電球工業会、照明学会、日本照明委員会）を中心に基準・規格の策定を加速させる動きにある。表-5.5.1 に現行の LED 照明に関連する JIS を示す。この中で LED 照明器具に関する安全仕様や性能要求事項等、照明器具として必要な基本事項が徐々に規定されており、JIS 製品規格についても原案の作成が進行中である。

また、LED 照明器具は JIS C 61000-3-2(2011)「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値（1 相当たりの入力電流が 20A 以下の機器）」に適用される機器に該当し、この規格ではクラス C に分類される。クラス C では有効入力電力が 25W を超える機器を対象とした高調波電流発生限度値が示されている。

5.3　直管形 LED ランプの規格化の動き

従来の G13 タイプの口金を使用する直管形 LED ランプは、ランプの誤装着時のトラブルや器具改造後の互換性の問題などを有している。ヨーロッパにおいて改造を要しない磁気式スタータ形蛍光灯を代替対象とした直管形 LED ランプ規格化の検討が進められているが、日本は磁気式ラピッドスタート形や電子式が主流であるため、これらの問題を解決する方策として(一社)日本電球工業会では、誤使用時の危険を無くすと共に、先行的に標準化を進めるとして、表-5.3.1 に示す直管形 LED ランプに関する日本電球工業会規格（JEL）を制定した。表-5.3.1 に示す工業会規格以外でも、安全性・互換性が確保されれば、直管形 LED システムを日本電球工業規格として標準化することを認めており、今後複数の方式が提案されることが予想され、暫くの期間は幾つかの方式が並行して存在することになると考えられる。しかし、この規格化により規格が無く混乱していた直管形 LED ランプの方向性が徐々に固まっていくものと考えられ、ランプ交換やリニューアルなど、市場ニーズが多い直管形 LED ランプに、安全性・品質性能面で担保された規格品の採用が進むことを望むものである。

表-5.3.1　直管形 LED ランプに関連する日本電球工業会規格（JEL）

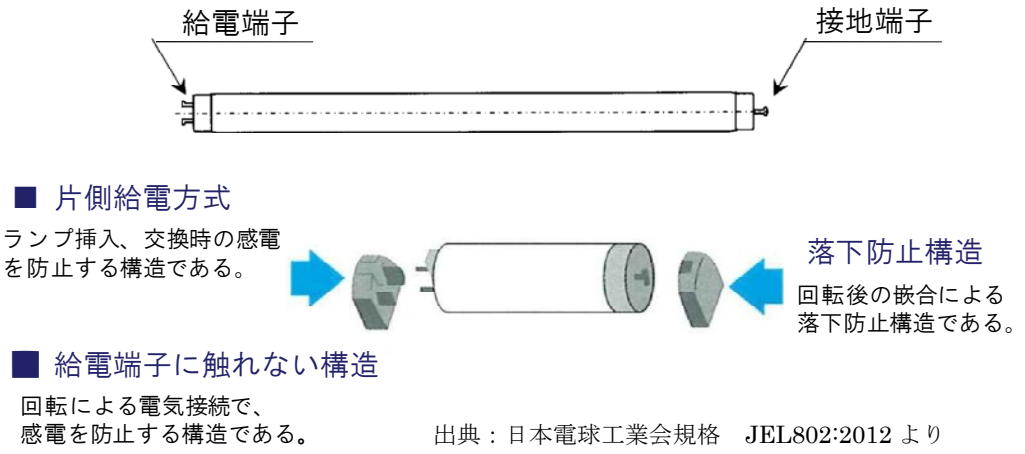
規格番号	制定(改正)	名　　称
JEL 801	2010.12.3	L形ピン口金GX16t-5直管形LEDランプシステム(一般照明用)
JEL 802	2012.3.9	くぼみ形コンタクト口金R4直管形LEDランプシステム(一般照明用)

5.3.1　日本電球工業会規格（JEL 801:2010）

－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

従来から使用していた G13 タイプ（JIS C 8105-1）の口金に変えて、新たに LED ランプ向け口金として L 形ピン口金 GX16t-5（日本電球工業会規格 JEL801：2010　L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用））を規格化した。図-5.3.1 に示すように L 形ピン口金 GX16t-5 は G13 タイプの口金とは形状が異なり、片方にしか給電端子を備えてなく、他方は接地端子になっている。従って、誤挿入の恐れが無く、LED ランプ専用として作られたものである。

JEL801：2010 の規格で求められている直管形 LED ランプ、制御装置及びソケットに対する安全性、互換性及び性能についての要求事項の概要は次のとおりである。



出典：日本電球工業会規格　JEL802:2012 より

図-5.3.1　L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステムの形状

(1)　ランプの要求事項 [1)]

1)　周囲温度が 10～50℃の範囲で正常に動作すること。

2)　ランプの制御装置は内蔵されていないこと、ランプへの給電は直流定電流であること。

3) ランプの口金と対になるソケットはランプ落下防止の機能を備えたものとすること。
4) 通電用の口金以外の露出している金属部分には接地できる機能を備えていること。

(2) ランプの安全性要求事項 [2)]

1) ランプには JEL907 に規定する口金を使用し、互換性を確保する。
注記. 日本電球工業会規格 JEL907 は「電球類の口金・受金及びそれらのゲージ」に関する規格を示し、GX16t-5 の口金・受金及びそれらのゲージについて規定する。
2) 口金には 1.0Nm のねじりモーメントを加えた場合 6 度を超えて回らないことや、ランプの質量は 500g を超えないことなど、構造と接合について規定した。
3) 周囲温度差 50K（絶対温度）における熱収縮変化は 2.0mm 以下であり、自重によるたわみは中央部で 10mm 以下と熱収縮及びたわみについても規定した。
4) その他、ランプの感電保護、高湿放置後の絶縁抵抗及び耐電圧性、耐熱性、耐燃焼性など、安全性を重視した事項を規定した。

(3) ランプの性能要求事項 [3)]

1) ランプの演色性は、JIS Z 9112 の演色評価数の規定に適合すること。
2) ランプ配光は下方立体角 120°の範囲に 70%を超えて光束を集中させないこと。
3) その他、始動特性、電気特性について、1)・2)以外の光学特性などを規定した。

(4) 制御装置の要求事項 [4)]

1) 出力電流波形について、ランプ電流波形のリップル率は 1.3 未満とし、波形の周波数は 100Hz 以上であると規定した。
2) 定格入力電圧の一定の変動に対して、ランプ出力電流の変動は定格値の±20%未満であることと規定した。

表-5.3.2 に、L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）の要求事項を数値にまとめたものを示す。

表-5.3.2 日本電球工業会規格 JEL 801:2010
「L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」の概要

項目	内容	項目	内容
全光束	2,300lm以上	ランプ電圧	95V（最大）～45V（最小）
演色性（Ra）	80以上	最大ランプ電力	33.3W
配光	120° 以内の光束が70%未満	給電部口金	GX16t-5
ランプ電流	DC330mA	機械的保持	GX16t-5及び接地端子

5.3.2 日本電球工業会規格（JEL 802:2012）

－くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

図-5.3.2 に示すランプシステムは、直管形 LED ランプを固定するためのものとして、両端部に従来の蛍光ランプ用 G13 口金部（ソケット部）をそのまま使用し、給電ケーブルから通電する「外部給電方式」を採用している。DC 電源非内蔵タイプに属し、電源と直管形 LED ランプを専用のコンタクト口金で接続し給電する方式である。既存の G13 口金部はランプの支持のみに使用するため、ランプ誤

装着での感電や短絡などの事故には繋がらない。このシステムは G13 口金部（ソケット部）の改造を伴わず、そのまま G13 口金を使用することができ改造も簡単である。

(1)　ランプの要求事項、安全性要求事項、性能要求事項

給電部口金に専用のコネクタであるくぼみ形コンタクト口金 R4 及び機械的保持部に G13 口金を使用する以外は、5.3.1(1)～(3)に記載の L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）と同じ要求事項に適合することが求められている。

(2)　制御装置の要求事項

5.3.1(4)に記載の要求事項に適合することが求められている。

出典：日本電球工業会規格　JEL802:2012 より

図-5.3.2　くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステムの専用コネクタ給電方式

表-5.3.3 に、くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）の要求事項を数値にまとめたものを示す。

表-5.3.3　日本電球工業会規格　JEL 802:2012
「くぼみ形コンタクト口金 R4 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」の概要

項目	内容	項目	内容
全光束	2,300lm以上	ランプ電圧	95V(最大)～45V(最小)
演色性(Ra)	80以上	最大ランプ電力	33.3W
配光	120°以内の光束が70%未満	給電部口金	R4
ランプ電流	DC330mA	機械的保持	G13形状

5.4　電球形 LED ランプの性能表示の規格化について

電球形 LED ランプは、既存の白熱電球、電球形蛍光ランプなどの代替として使用することができ、省エネルギーと長寿命化が実現できるので、手軽な省エネルギー手法として急速に普及が進んでいる。しかし、直管形 LED ランプ同様に、日本工業規格（JIS）において標準仕様を定めた規格が存在しないため、仕様や性能表示が各メーカーで異なるなどの問題が存在し、現状では消費者に解りにくい状

態である。(一社)日本電球工業会では、電球形 LED ランプの性能表示などがまちまちで消費者が正しく認識出来ず、混乱を招くのを避けるため次の 3 点をポイントに、表-5.4.1 に示す「電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン：ガイド-008」を 2010 年 7 月 16 日に制定し、LED ランプの急速な市場展開に合わせて 2011 年 10 月 14 日に改正した。

1) 光源としての性能を明確に表示する。
2) 白熱電球など代替表示の条件を定める。
3) 他の光源や照明器具との比較表示するためのルールを定める。

このように基準（規格）化の方向性もほぼ固まりつつあり、直管形 LED ランプに比べると完成されたランプと言えるが、仕様・性能表示及び LED ランプと取付器具との適合性については、まだ解決しなければいけない問題は存在する。

表-5.4.1 電球形 LED ランプに関連する日本電球工業会規格（JEL）とガイドライン

規格ガイド番号	制定（改正）	名　　称
JEL 800	2010.7.16	電球形LEDランプの形式付与方法
ガイド-008	2011.10.14	電球形LEDランプ性能表示等のガイドライン

5.4.1 電球形 LED ランプの形式付与方法 JEL800:2010

(一社)日本電球工業会では、各社の電球形 LED ランプが市場にスムーズに受け入れられるためには、形式の統一が不可欠として、工業会規格として定め、ランプの形式付与方法について規定した。その概要を表-5.4.2 に示す。

表-5.4.2 電球形 LED ランプの形式付与の概要

項目	形式付与	備　　考
1項	ランプの種類及び形状を表す記号	LDA：A形 LDC：C形 LDG：G形 LDR：R形 LDT：T形
2項	定格電圧を表す数値	100Vは表記しない。 100V以外の電圧について表記する。
3項	定格消費電力を表す数値	小数点以下を四捨五入して表記する。 1ワット未満は“1”と表記する。
4項	光源色を表す記号	L：電球色 WW：温白色 W：白色 N：昼白色 D：昼光色
5項	配光角を示す記号	N：狭角配光形　　記号の前に“－”を付す。 M：中角配光形 W：広角配光形 H：準全般配光形 G：全般配光形
6項	口金の種類を表す記号	E26は表記しない。 それ以外のE11,E12,E14,E17,B22d,GX53等は表記する。 記号の前に“－”を付す。
7項	特殊仕様を示す記号	D：調光タイプ等　　記号の前に“／”を付す。

5.4.2　電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン　電球工業会ガイド-008

このガイドラインは、電球形 LED ランプの性能表示、代替表示及び比較表示の方法を統一することによって、消費者に電球形 LED ランプの正しい認識と選択を容易にすることを目的に制定するものであり、一般照明用電球代替するものについては。JIS C 7501 の白色仕上げタイプ及びそれを補完するために追加した市販ランプの定格初光束以上であるものに対しては、例えば「電球○○W 相当」などと表示することができると定められた。表-5.4.3 に一般照明用電球や小形一般照明用電球及びボール電球の代替ランプに対し適用する表示区分を示す。

表-5.4.3　一般照明用電球、小形一般照明用電球及びボール電球代替表示区分

一般照明用電球代替表示区分（JIS C 7501／口金E26）		小形一般照明用電球代替表示区分（JEL 118／口金E17）		ボール電球代替表示区分（JIS C 7530）	
区　分	定格初光束	区　分	定格初光束	区　分	定格初光束
電球20形相当	170 lm	小形電球25W形相当	230 lm	ボール電球25W形相当	180 lm
電球30形相当	325 lm	小形電球40W形相当	440 lm	ボール電球40W形相当	400 lm
電球40形相当	485 lm	小形電球50W形相当	600 lm	ボール電球60W形相当	700 lm
（電球50形相当）	640 lm	小形電球60W形相当	760 lm	ボール電球100W形相当	1,340 lm
電球60形相当	810 lm	小形電球75W形相当	1,000 lm		
（電球80形相当）	1,160 lm	小形電球100W形相当	1,430 lm		
電球100形相当	1,520 lm				
（電球150形相当）	2,400 lm				
（電球200形相当）	3,330 lm				

5.4.3　不当景品類及び不当表示防止法について

不当景品類及び不当表示防止法（略称：景品表示法）第 6 条の規定に基づく消費者庁の措置命令が平成 24 年 6 月 14 日に、電球形 LED ランプ 12 社の 54 製品に対して出された。消費者庁が景品表示法違反と認定した商品パッケージは、白熱電球の「60W 形相当」などと表記しているにもかかわらず、実際の明るさが足りないことが判明したもので、同庁と公正取引委員会による合同調査によるものである。このように、不当表示品が市場に出回らないようにするための措置も進んでいる。（添付参考資料-5「一般照明用電球形 LED ランプ販売業者 12 社に対する景品表示法に基づく措置命令について」を参照のこと。）

5.5　国際規格化の動き

LED 光源の国際標準化に関する国際機関としては、電気関係を担当している国際電気標準会議（IEC:International Electrotechnical Commission）とそれ以外を担当する国際標準化機構（ISO:International Organization for Standardization）があり、照明分野の国際化規格については国際照明委員会（CIE:Commission Internationale de l'Eclairage）がある。一方、IEA（国際エネルギー機関）は電気製品の高効率化を目的とした国際協力協定（4E:Efficient Electrical End-use Equipment）を 2008 年 3 月に発足させ、その中で固体素子照明（SSL:Solid State Lighting）の高効率化を目標とした SSL Annex を設け、照明器具の性能測定方法の国際標準化をテーマとして取り上げ、国際的な試験所認定制度や認証制度の確立を図っている。これら照明に関する国際標準化の動きの中で、IEC は主にハード面を担当しており、機器の安全性に関する標準化や機器の性能に関する標準化を優先して取組んでいる。また CIE は主にソフト面を担当しており、光学特性の測定・評価方法の標準化や照明基準の標準化を対象としている。表-5.5.1 に LED 照明に関連する JIS と対応するこれらの国際規格（IEC、CIE）を示す。

表-5.5.1　LED 照明に関連する日本工業規格（JIS）と対応する国際規格（IEC 等）

規 格	規 格 名 称	制定(改正)	国際規格
JIS C 7550	ランプ及びランプシステムの光生物的安全性	2011.12.20	IEC 62471
JIS C 7709-0	電球類の口金・受金及びそれらのゲージ並びに互換性・安全性 第0部　電球類の口金・受金及びそれらのゲージ類の総括的事項(追補4)	2012.1.20	IEC60061-0
JIS C 7709-1 ～3	電球類の口金・受金及びそれらのゲージ並びに互換性・安全性 第1～3部　口金、受金、ゲージ(追補5)	2012.1.20	IEC60061-1～3
JIS C 7801	一般照明用測光法 （照明用途の発光ダイオードLEDは除く)※1	2012.6.20	日本独自
JIS C 8105-1	照明器具－第1部:安全性要求事項通則	2010.3.23	IEC60598-1
JIS C 8105-2-1 ～4,7,8,12,13	照明器具－第2部:定着灯器具・埋込み形器具・一般用移動灯器具・可搬形庭園灯器具・ハンドランプ・電源コンセント取付形常夜灯・地中埋込み形照明器具に関する安全性要求事項	2010.3.23 2011.9.20	IEC60598-2-1 ～4,7,8,12,13
JIS C 8105-3	照明器具－第3部:性能要求事項通則	2011.12.20	日本独自
JIS C 8105-5	照明器具－第5部:配光測定方法	2011.12.20	日本独自
JIS C 8121-2-2	ランプソケット類－第2－2部:プリント回路板ベースLEDモジュール用コネクタに関する安全性能要求事項	2009.3.20	IEC60838-2-2
JIS C 8147-1	ランプ制御装置－第1部:通側及び安全性要求事項	2012.2.24	IEC61347
JIS C 8147-2 ～13	ランプ制御装置－第2～13部 直流又は交流電源用LEDモジュール用 制御装置の個別要求事項(安全規格)	2008.10.20	IEC 61347
JIS C 8152-1	照明用白色発光ダイオードの測光方法－第1部 LEDパッケージ	2012.6.20	CIE127
JIS C 8152-2	照明用白色発光ダイオードの測光方法 第2部 LEDモジュール及びLEDライトエンジン	2012.6.20	IEC/CIE提案中
JIS C 8153	LEDモジュール用制御装置－性能要求事項	2009.3.20	IEC 62384
JIS C 8154	一般照明用LEDモジュール－安全仕様	2009.3.20	IEC 62031
JIS C 8155	一般照明用LEDモジュール－性能要求事項	2010.9.21	IEC PAS62717 CIE 127
JIS C 8156	一般照明用電球形LEDランプ(電源電圧50V超過)－安全仕様	2011.2.21	IEC 62560
JIS C 8157	一般照明用電球形LEDランプ(電源電圧50V超過)－性能要求事項	2011.12.20	IEC 62612

注記. ※1 LED照明器具の測光方法については照明学会でJIS原案の作成完了

5.6　海外の動向

5.6.1　米国の標準化の動きと米国エネルギー省（DOE）のレポート（CALiPER）

2005 年頃以降、米国エネルギー省（DOE）により主導的に LED 照明に関する標準化が進められており、次世代高効率一般照明用光源の開発として、基礎研究→製品開発→製造→商業化の推進に取り組んでいる。また、標準化に関しては米国規格協会（ANSI)、米国保険業者安全試験所（UL)、米国電機工業会（NEMA）の他、米国標準技術局（NIST）が全面的なバックアップを行い、規格整備を含めて DOE による LED 照明器具の省エネ製品認証が行われている。その際 DEO では CALiPER※1（Commercially Available LED Product Evaluation and Reporting）プログラムを使って各種 LED 照明器具の性能評価を行っている。その中で直管形 LED ランプについては、「2009 年時点では、まだ現行の蛍光ランプに比べて性能が低く蛍光ランプ代替としては不十分であると評価を行っている。また、メーカースペック書に記載されている内容を満たさない製品も多く散見される」とレポートしている。

注記. ※1 CALiPER Benchmark Report「Performance of T12 and T8 Fluorescent Lamps and Troffers and LED Linear Replacement Lamps : January 2009」にて性能評価結果を公表している。

5.6.2　欧州における標準化の動きと欧州照明器具工業会のレポート

器具メーカーは標準化制定に関する組織的な動きを行っており、標準的な電球形 LED ランプや器具に関して、LED モジュールと制御装置がシステムと捉えられ、IEC（国際電気標準会議）においてオスラムを中心に国際標準化が行われた。これは既存光源を LED 照明に置替える場合を対象としたもので、電球形 LED ランプの性能決定における適用範囲。使用温度範囲と寸法、寿命の定義などを定めたものである。

また、欧州照明器具工業会（CELMA）から「T8、T10、T12 直管蛍光灯器具用ランプ置換え LED ユニット」に関してレポート（声明書）が 2010 年 2 月 22 日に出されている。レポートの内容は、LED ランプについてのリスクを指摘したものと、危険を回避するための勧告であり、安易な改造に対して警告を促している。以下に要約を示す。

1) 既設照明器具の改造は、適格な技術者が改造するのに適しているか調査して確認の上、技術者が行うべきである。
2) 関連する安全規格及び性能規格に従って改造すべきである。
3) 改造により元々の照明設計レベルが維持できているか、比較すべきである。
4) 照明器具を改造した後、同等の電気的安全性が確保できているか製造ライン過程における最終試験と同等の試験をすべきである。
5) あらゆる観点から適正であると判断されて、初めて改造を行うべきである。

5.6.3 韓国の規格化の動き

国家プロジェクトとして 5 年間で LED 照明の標準化を行う計画として、2007 年に LED Korea 協会が発足し、韓国産業規格（KS 規格：JIS 規格に相当）の制定・施行を行っている。韓国に於ける標準化は政府主導であり、LED 産業育成政策と密接に結びついている。従って、KS 規格の中で全世界に先駆けて、LED の規格を 2009 年 3 月に策定した。表-5.6.1 に LED に関する KS 規格の情報を示すが、この中では器具タイプや電球ランプ形については策定されたが、直管蛍光灯形については見送られた。

表-5.6.1 LED 照明器具に関する韓国 KS 規格

規格番号	規格名称
KS C 7651	コンバータ内蔵型LEDランプ（器具内蔵型の白熱電球の代替用）
KS C 7652	コンバータ外装型LEDランプ（ハロゲン・ランプの代替用）
KS C 7653	埋込み型LED灯器具
KS C 7655	固定型LED灯器具
KS C 7656	移動型LED灯器具
KS C 7657	センサ搭載LED灯器具
KS C 7658	LED街路灯
KS C 7659	文字看板用LEDモジュール
KS C 7660	LEDモジュール駆動用 AC-DCコンバータ
今後の計画	LED集魚灯、LEDトンネル灯、LED投光器、LED滑走路誘導灯、LED鉄道信号灯、LED航空障害灯

5.6.4 台湾の規格化の動き

現在、台湾では活況で大きな国際的な勢力を確立した半導体産業の更なる発展を目指して、展開が図られており、規格化の面でも台湾経済部（経済産業省に相当）の標準検験局では CNS 規格（JIS に相当）の中で LED に関する標準化が進行中で、既に数件の審議が完了し早ければ 2010 年に施行されるものとみられる。

5.6.5　中国の規格化の動きと認証制度

中国政府が LED 照明を含む固体照明産業の発展支援を目的として 2004 年に設立した CSA（国家半導体照明工程産業連盟）内に、2007 年に標準化促進のためのグループが設置され、規格化、標準化の推進を行っている。また、中国の工業・情報化部 LED 照明標準化チームが LED 照明関連の標準化について制定作業を行っており、既に数件の標準化制定作業が完了している。

また、中国の安全認証制度には 2002 年 5 月 1 日に制定された CCC 強制認証制度により、CCC 認証マークを取得していない製品の中国への輸出、中国国内での販売が出来なくなった。対象となる照明器具製品には、安全と EMC について適用規格（照明器具の中国国家標準 GB7000 等）への適合が求められている。LED 照明器具については、固定式汎用 LED 照明器具、可搬式汎用 LED 照明器具、埋込式 LED 照明器具、「電源電圧 36V 以上、1000V 以下の LED 照明器具」などが対象となっている。但し、直管形 LED ランプ、電球形 LED ランプは破壊しない限り分解することが出来なため、認証適用範囲外となっている。

5.7　LED 照明器具の導入促進に関する法律

5.7.1　低炭素投資促進法

「エネルギー環境適合製品の開発及び製造を行う事業の促進に関する法律」で低炭素型製品の開発・製造を行う事業者に対する㈱日本政策金融公庫を活用した低利・長期の資金供給と、中小企業がリースによるエネルギー環境適合品の導入を行いやすくするために、新たな保険制度の創設を講じるものである。この法律の第 2 条 3 項各号のエネルギー環境適合品（告示）の 3 項四号に発光ダイオードを光源とする照明装置が規定されている。該当する LED 照明器具の条件は以下のとおりである。

1) LED 照明器具の場合は、エネルギー消費率が器具全体の効率で 40 ㏮／W 以上であること。定格寿命は 30,000 時間以上であるもの。
2) 電球形 LED ランプの場合は、エネルギー消費率がランプ効率で 50 ㏮／W 以上であること。定格寿命は 20,000 時間以上であるもの。

従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する LED ランプを装着する照明器具については、当面の間対象外となっている。

5.7.2　グリーン購入法

グリーン購入法は循環型社会を形成するためには、再生品等の供給面の取組みに加えて、需要面からの取組みが必要であるという観点から、平成 12 年 5 月に循環型社会形成推進基本法の必要として「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」として制定され、平成 13 年 4 月 1 日より、施行された法律である。この法律は国、独立行政法人等及び地方公共団体による環境物品等の調達の推進、環境物品等に関する情報の提供その他の環境物品等への需要の転換を促進することにより、環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することを目的したもので、その特定調達品目には平成 23 年度からあらたに、照明器具では蛍光灯照明器具に加えて、LED 照明器具及び LED を光源とした内照式表示灯が加えられた。尚、LED 照明に係る判断基準が平成 24 年 2 月の閣議決定により見直しされた。その判断基準は以下のとおりである。

(1) LED 照明器具

1) エネルギー消費率は、固有エネルギー消費率が表-5.7.1 に示された基準を満たすこと。
2) 演色性は平均演色評価数 Ra が 70 以上であること。
3) 定格寿命は 40,000 時間以上であること。
4) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

表-5.7.1　LED 照明器具に係る固有エネルギー消費率の基準

光源色	固有エネルギー消費率
昼光色・昼白色	70ルーメン／W以上
白色・温白色・電球色	60ルーメン／W以上

注記. 固有エネルギー消費率とは、照明器具の全光束（定格光束：lm）を照明器具の入力電力（定格消費電力：W）で除した数値（lm／W）

(2) LED ランプ

1) エネルギー消費率は、固有エネルギー消費率が表-5.7.2 に示された基準を満たすこと。
2) 演色性は平均演色評価数 Ra が 70 以上であること。
3) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

表-5.7.2　LED ランプに係るランプ効率の基準

全光束	光源色	ランプ効率
400ルーメン／W以上	昼光色・昼白色	75ルーメン／W以上
	白色・温白色・電球色	60ルーメン／W以上
400ルーメン／W未満	昼光色・昼白色	65ルーメン／W以上
	白色・温白色・電球色	55ルーメン／W以上

(3) LED を光源とした内照式表示灯

1) 定格寿命は 30,000 時間以上であること。
2) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

対象となる LED 照明器具は、照明用白色 LED を用いた、つり下げ形、直付け形、埋込み形、壁付け形及び卓上スタンドなどの器具であり、LED ランプについては電球形状ランプが対象となる。新たに規格化された L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプ器具についても対象であるが、5.7.1 項の低炭素投資促進法同様に、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する LED ランプ（G 形口金）を装着する照明器具については、誤装着による安全性の懸念、不具合等の可能性のため、当面の間対象外となっている。

参考文献

1) 「L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」,p4,日本電球工業会規格 JEL801：2010,（社）日本電球工業会
2) 〃,p5,〃,〃　　3) 〃,p9,〃,〃　　4) 〃,p13,〃,〃

6 章　施工上の留意点

6.1　適用規格について

LED 照明の規格等に関しては、発光原理が従来の照明器具とは全く異なるため、現在、器具の安全性や性能要求に関する規格整備が進んでいる最中である。また、消費者に対する安全性の確保、あるいは製造者の統一的な品質性能の確保といった観点から、関係団体等においても規格化への対応が急速に進められているところである。

(一社)日本電設工業協会としては、LED 照明に関する事項について、国が定める工業標準（規格）としての JIS（日本工業規格）を、統一的な安全、性能、品質、環境等に於ける重要な工業標準（規格）として捉えている。LED 照明に関する JIS については現在整備中であるが、既に制定されている JIS について安全性能事項と性能要求事項に分けて下記に記載しているので、関連する事項を遵守し施工に当たって頂きたい。尚、本項で記載している JIS については関連する事項のみを記載しているので、本文については該当する JIS の項目を参照されたい。

6.1.1　JIS(日本工業規格)に於ける安全性能事項

JIS C 7550：2011

ランプおよびランプシステムの光生物的安全性

・適用範囲及び目的

この規格は、レーザーを除く LED ランプを含むランプ、照明器具などのランプシステムにおける光生物学的安全性の試験項目及び試験方法について規定する。なお、JIS T 7332 など、別途規定があるものについては適用しない。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　光源の大きさの測定方法
・附属書 B（規定）　照度計又は輝度計の色補正係数及び放射照度計の分光応答度補正係数の算出方法
・附属書 C（規定）　皮膚の熱傷害の露光限界
・附属書 D（規定）　JIS と対応国際規格との対比表

JIS C 8105-1：2010

照明器具－第 1 部：安全性要求事項通則

・適用範囲及び目的

この規格は、電源電圧が 1000V 以下の電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発光体）用の照明器具に適用する。この規格は、照明器具の分類、表示並びに機械的及び電気的構造に関する一般要求事項について規定する。この規格の各章は、第 0 章及び引用している関連章と併せて適用しなければならない。JIS C 8105 規格群の第 2 部として規定する照明器具の個別規格は、電源電圧が 1000V 以下の特定の形式又は特定のグループの照明器具の要求事項について規定している。第 2 部は、容易に改正で

きるよう、及び必要性があるときに新しい章を追加できるよう、個別に発行する。この規格は、安全性に関する電気的、機械的及び熱的要求事項について規定する。照明器具の光学的データの提示は、国際照明委員会（CIE）で検討中であり、この規格には含まない。
注記１　照明器具の光学的特性は、JIS C 8105-3 の 8（光特性）に規定している。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

JIS C 8121-2-2：2009

ランプソケット類－第 2－2 部：プリント回路板ベース LED モジュール用コネクタに関する安全性能要求事項

・適用範囲
この規格は、プリント回路板（PCB）ベース LED モジュール用に用いられる各種の組込み用コネクタ（LED モジュール間の接続を含む。以下、LED モジュールコネクタという。）に適用する。この規格は、引用される JISC8121－1 の関連する各条項と併せて読まなければならない。

・各条項文章・・・省略

JIS C 8147-2-13：2008

ランプ制御装置－第 2－13 部：直流又は交流電源用 LED モジュール用制御装置の個別要求事項

・適用範囲
この規格は、定格入力電圧が直流 250V 以下、及び交流（50Hz 専用、60Hz 共用）1000V 以下で、電源周波数と異なる出力周波数で使用するための LED モジュール用制御装置の個別要求事項について規定する。この規格に規定する LED モジュール用制御装置は、SELV 若しくは SELV 同等、又はそれ以上の定電圧及び定電流を供給するよう設計する。また、定電圧及び定電流以外の出力特性を持つ制御装置に関しても、この規格から除外しない。JIS C 8147-1 の付属書は、この規格に従って適用することができ、ランプという用語を使用する JIS C 8147-1 の附属書には、LED モジュールも含む。設備内の配線の一部を構成する据付形の LED モジュール用独立形 SELV 入力制御装置の個別要求事項は、附属書 I に規定する。性能要求事項は、IEC 62384 に規定する照明器具の一部をなすプラグイン制御装置は、器具内用制御装置として照明器具規格の追加要求事項に規定する。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　導電部が電源を生じる受電部であるかどうかを決めるための試験
・附属書 B（規定）　熱的保護機能付きランプ制御装置の個別要求事項

・附属書 C（規定）　加熱保護手段付き電子ランプ制御装置の個別要求事項
・附属書 D（規定）　熱的保護機能付きランプ制御装置の過熱試験方法
・附属書 E（規定）　tw 試験での 4500 以外の定数 S の使用
・附属書 F（規定）　風防容器
・附属書 G（規定）　パルス電圧の値の由来の説明
・附属書 H（規定）　試験
・附属書 I（規定）　直流又は交流電源用 LED モジュール用独立型 SELV 制御装置の追加要求事項
・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）　直流又は交流電源用 LED モジュール用独立形クラス 0 制御装置の個別追加要求事項
・附属書 JB（規定）（対応国際規格にはない事項）　追加の安全性要求事項
・附属書 JC（規定）（対応国際規格にはない事項）　JIS と対応する国際規格との対比表

JIS C 8154：2009

一般照明用 LED モジュール－安全仕様

・適用範囲

この規格は、一般照明用として使用する LED モジュールの安全要求事項について規定する。制御装置内蔵形 LED モジュール以外の LED モジュールは、定電圧及び定電流の状態又は定電力の状態で駆動するものを対象とする。制御装置内蔵形 LED モジュールは、直流 250V 以下、及び交流 50Hz 又は 60Hz で、1000V 以下のものを対象とする。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　試験
・附属書 B（参考）　LED モジュール及び制御装置からなるシステム概要
・附属書 C（参考）　製造工程における適合試験
・附属書 JA（参考）（対応国際規格にはない事項）　定格入力電圧が 50V を超える一般照明用電球形 LED（制御装置内臓形 LED ランプ）の安全要求事項
・附属書 JB（参考）　JIS と対応する国際規格との対比表

JIS C 8156：2011

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）－安全仕様

・適用範囲

この規格は、家庭用又はそれに類する一般照明用に使われ、かつ、安定に点灯動作する装置と一体化した電球型 LED ランプ（以下、ランプという。）に要求する安全性及び互換性についての要求事項、並びにその合否判定に必要な試験方法について規定する。この規格で適用する LED ランプの範囲を、次に示す。

－定格ランプ電力：60W 以下

－定格入力電圧　：50V を超え 250V 以下
－口金：E 形（E11、E12/15、E14/20、E17/20、E26/25）、B 形（B22d）及び GX53
また、この規格の LED ランプは、既に標準化されている電球類を代替するものと、明確な代替対象をもたないものとに区分され、その両者を含む。この規格に規定する要求事項は、形式試験だけに関するものである。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　　LED モジュール及び制御装置からなるシステムの概要
・附属書 B（規定）　　点灯姿勢に制限のあるランプ
・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）　包装又は取扱説明書の安全に関わる注意事項の表示
・附属書 JB（参考）（対応国際規格にはない事項）　検査
・附属書 JC（参考）（対応国際規格にはない事項）　照明器具設計のための参考情報
・附属書 JD（参考）　　JIS と対応国際規格との対比表

JIS C 61000-3-2：2011

電磁両立性－第 3－2 部：限度値－高調波電流発生限度値（1 相当たりの入力電流が 20A 以下の機器）

・適用範囲
この規格は、商用電源系統に流入する高調波電流の制限について規定する。この規格は、規定の試験条件で、供試機器が発生する入力電流に含まれる高調波成分の限度値を規定する。高調波成分の測定は、附属書 A 及び附属書 B に基づいて行う。この規格に基づいた試験は、形式試験とする。特定の個別機器に対する試験条件は、附属書 C に規定する。この規格は、電圧 300V 以下の商用電源系統に接続して用いる定格電流 20A／相以下の電気・電子機器(家電・汎用品)（以下、機器という。）に適用する。ただし、この範囲外であっても、これを準用することを妨げない。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　測定回路及び測定用電源
・附属書 B（規定）　　測定器の要求仕様
・附属書 C（規定）　　形式試験の条件
・附属書 JA（参考）　　JIS と対応国際規格との対比表

JIS C 61000-4-2：1999

電磁両立性－第 4－2 部：試験及び測定技術　第 2 節：静電気放電イミュニティ試験

・適用範囲
この規格は、操作者からの直接の、又は近接している物体への静電気放電に曝される電気・

電子装置に対するイミュニティ要求事項と試験方法について規定する。また、異なった環境や設置条件に関する試験レベルの範囲を規定し、試験手順も規定する。この規格の目的は、電気・電子装置が、静電気放電を受けたときの性能を評価するための共通の、また再現性のある物体に対して起こる静電気放電も含んでいる。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　　注釈
・附属書 B（参考）　　構造の詳細
・附属書 1（参考）　　日本の電源事情による推奨試験方法

JIS C 61000-4-5：2009

電磁両立性－第 4－5 部：試験及び測定技術　サージイミュティ試験

・適用範囲

この規格は、開閉（スイッチング）及び雷の過渡現象による過電圧によって発生する単極性（正又は負）のサージに対する、イミュニティ要求事項、試験方法及び装置に対して推奨する試験レベルの範囲について規定する。異なる環境及び設置状態に関する、幾つかの試験レベルを規定する。これらの要求事項は、電気・電子装置に対して作成され、かつ、適用される。この規格の目的は、サージにさらされた場合の電気・電子装置のイミュニティを評価するための、共通の基準を確立することにある。この規格に規定する試験方法は、定義した現象に対して、装置又はシステムのイミュニティを評価するための一貫した方法を規定している・・・以下省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）　　発生器及び試験レベルの選択
・附属書 B（参考）　　補足説明
・附属書 C（参考）　　低電圧電力系統へ接続される装置のイミュニティ達成の考察

6.1.2　JIS(日本工業規格)に於ける性能要求事項

JIS C 8105-3：2011

照明器具－第 3 部：性能要求事項通則

・適用範囲

この規格は、電源電圧が 1000V 以下の電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発行体。以下、光源という。）用の一般照明器具（以下、照明器具という。）の性能要求事項及び受渡検査に関する通則について規定する。なお、LED 照明器具の性能要求事項、試験方法及び検査は、附属書 A 及び附属書 B による。照明器具の個別製品規格に、この規格と同一項目の規定がある場合は、個別製品規格による。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　LED 照明器具性能要求事項
・附属書 B（規定）　　LED 照明器具特性の試験方法

JIS C 8105-5：2011

照明器具－第 5 部：配光測定方法

・適用範囲

この規格は、電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発行体）用の一般照明器具の配光特性及び光束の測定方法について規定する。なお、照明器具の個別規格に測定方法を規定している場合は、個別規格による。ここでいう、一般照明器具には、次のものは含まない。ただし、一般照明器具以外の照明器具又は光源であってもこの規格の準用が可能な場合には、準用を妨げるものではない。

ａ）水中に没して使用するもの
ｂ）消防法による誘導灯器具
ｃ）航空機の離着陸のための照明器具及び航空障害灯器具

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　全光束が値付けられた標準光源による全光束測定方法
・附属書 B（規定）　　配光測定装置の種類
・附属書 C（規定）　　色補正係数の求め方の例
・附属書 D（規定）　　電子フォーマット

JIS C 8152-1：2012

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法－第 1 部：LED パッケージ

・適用範囲

この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（LED）パッケージの CIE 平均化 LED 光度、全光束などの測光量及び光源色に関する量を求める方法について規定する。なお、規格は、一般照明光源（電球形 LED ランプを含む。）の測定方法は、JIS C 7801 による。また、LED モジュール及び LED ライトエンジンの測定方法は JIS　8152-2、配光測定装置を用いた LED 照明器具などの測定方法は、JIS C 8105-5 をそれぞれ基盤などに実装したもの（モジュール）についても適用できる。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　LED 光源の直流駆動方式による点灯方法
・附属書 B（規定）　　温度制御ソケット
・附属書 C（参考）　　有色 LED 光源測定における受光器具備条件

・附属書 D（参考）　　CIE 部分 LED 光束の測定方法

JIS C 8152-2：2012

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法－第 2 部：LED モジュール及び LED ライトエンジン

・適用範囲

この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（LED）モジュール及び LED ライトエンジン（以下、被測定光源という。）の全光束及び光源に関する量を、積分球を用いて求める方法について規定する。この方法は、LED 照明器具の想定方法に適用することもできる。なお、一般照明用光源（電球形 LED ランプを含む。）の測定方法は、JIS C 7801 による。また、LED パッケージの測定方法は JIS　8152-1、配光測定装置を用いた LED 照明器具などの測定方法は、JIS C 8105-5 をそれぞれ参照する。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　ジャンクション温度を指定した高出力 LED パッケージの点灯方法
・附属書 B（規定）　　LED の温度条件の測定方法
・附属書 C（参考）　　色補正係数及びその求め方

JIS C 8153：2009

・LED モジュール用制御装置－性能要求事項

・適用範囲

この規格は､JIS C 8154 に規定する LED モジュールと組み合わせて動作させる直流 250V 以下、及び 50Hz 又は 60Hz の交流 1000V 以下の電気制御装置の性能要求事項について規定する。この規格で規定する LED モジュール用の制御装置は、定電圧又は定電流を供給するように設計する。完全な定電圧及び定電流形以外の制御装置も、この適用範囲に含める。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　試験
・附属書 B（参考）　　引用製品寿命及び故障率の手引き
・附属書 JA（参考）　　JIS と対応する国際規格との対比表

JIS C 8155：2010

一般照明用 LED モジュール－性能要求事項

この規格は、一般照明用白色 LED 単体及び一般照明用 LED モジュールの性能及び表示について規定する。ただし、一般使用者が交換及び保守することを想定していない一般照明用 LED モジュールを組み込んで一体化した LED 照明器具、及び電球形 LED ランプは含まない。一般照明用 LED モジュールに供給する電力は、次による。

a）商用電源から直接得るもの。

b）商用電源から鋼鉄形の変圧器又は電子トランスを介して得るもの。

c）供給電圧の範囲は、直流 250V 以下、又は交流 50Hz 若しくは 60Hz で、かつ 1000V 以下のもの。

この規格で規定する試験は、形式試験であって、製造業者が製造工程で行う個別のモジュールに対する試験方法は含まない。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　電気的特性の試験方法
・附属書 B（規定）　　配光法による全光束測定
・附属書 C（規定）　　光束維持率試験及び寿命試験点灯条件

JIS C 8157：2011

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）－性能要求事項

・適用範囲

この規格は、家庭用又はそれに類する一般照明用に用い、かつ、安定に点灯動作する装置と一体化した電源電圧が 50V を超え 250V 以下の電球形 LED ランプの性能要求事項、その試験方法及び試験条件について規定する。この規格で適用する電球形 LED ランプの範囲を、次に示す。

－　定格ランプ電力：60W 以下
－　定格入力電圧：交流又は直流で 50V を超え 250V 以下
－　口金：E 形（E11、E12/15、E14/20、E17/20、E26/25）、B 形（B22d）及び GX53

既存のランプの代替えを目的とした電球形 LED ランプの最大外郭寸法及び JIS C 7501、JIS C 7523、JIS C 7525 又は JIS C 7530 による。さらに、光束は、代替するランプの全光束、又は口金を上向きとしたときの下半球の光束の値を満たさなければならない。この規格は、意図的に生産された JIS Z 9112 に含まない有色光を光源とする電球形状のランプには適用しない。また、OELD（有機 EL）を光源とする電球形状のランプにも適用しない。これらの要求事項は、形状試験だけに関するものである。全数試験及びバッチ試験に対する推奨事項は、検討中である。これらの性能要求事項は、JIS C 8156 の要求事項に付加するものである。

・注記 1

照明器具に取り付けて点灯する場合は、性能は、この規格に規定する値と異なってもよい。この規格に適合する電球形 LED ランプは、電圧が定格電圧の 92%～106%及び周囲温度が -10℃～40℃の環境で、JIS C 8105-1 に規定する照明器具内に始動して、満足に動作する。

・注記 2

この規格は、2011 年 12 月 20 日現在、IECSC34A 委員会で原案に対するコメント収集が終了している段階である。次の原案を参考にしている。

IEC/CD62612:2009、Self-ballasted LED－lamps for general lighting services ＞ 50V－Performance requirements

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）　　ランプ特性の測定方法
・附属書 B（規定）　　形状の構成

6.2　法規上の注意点

6.2.1　電気事業法と電気設備の技術基準との関係

電気事業法施行令第 1 条第 1 項三号に電気工作物から除かれる工作物として、「電圧 30V 未満の電気設備であって、電圧 30V 以上の電気設備と電気的に接続されていないもの」と規定されている。LED 照明は直流 12V 等の低い電圧で点灯するため、電圧 30V 未満の電気設備であることから電気工作物の分類に入らないと解釈されて、電気工事士以外でも工事ができると誤解されている場合がある。特に制御装置（電源部）別置型で、複数の LED 器具に制御装置から電気を供給するような場合であって、制御装置の電源が電力系統に直接接続されている場合は、制御装置の二次側回路の電圧 30V 未満でも、電気工作物と見做されるので注意を要する。図-6.2.1 に示す(a)のようにバッテリー等で点灯する場合で、電力系統から縁が切れている場合は電気工作物と見なされなくてよいが、(b)の電力系統から直接電気を受けるものは 30V 未満でも電気工作物になるため、工事において、この点を明確に理解し、電気設備の技術基準に従った適切な施工が要求される。また、(c)のコンセントを介して接続する器具の場合でも、制御装置と器具間の配線接続工事は、電気工作物に準じる扱いが必要であり、有資格者（電気工事士等）による施工が望ましい。

制御装置（電源部）から照明器具までの配線は専用のコネクタ付ケーブルを使用するのが望ましいが、これ以外を使用する場合は 30V 未満の二次側回路であっても、メーカーが指定する電線・ケーブル同等の性能を有するものを使用し、配線分岐箇所又は接続箇所はボックス内で圧着端子やコネクタ等を使用しておくことが安全性、メンテナンス性を考慮した場合に望ましい。また制御装置一次側 AC 電源回路と二次側 DC 回路を誤って接続した場合は機器の故障、損傷、火災の危険性があるので注意する。

電源別置形の場合で、入力電圧が低圧の制御装置に D 種接地が必要になるが、照明器具には法規上必要でない場合もある。しかし強電電線の近くに設置する場合などは混触による感電事故防止のため接地を設けることが望ましい。

最近 LED モジュールを組み込んだディスプレイやサイン灯での漏電・発煙事故等の報告がなされているが、その中には電気工事の資格を持たず、電気に関する知識を持たない者が施工した例もあり、区分を明確にして安全性を確保する必要がある。また、事務機メーカー等が提供する間仕切りパネル等に、タスク照明として LED ランプを組込むケースがあるが、電気工作物であるか否かの区分を明確にして対応する。

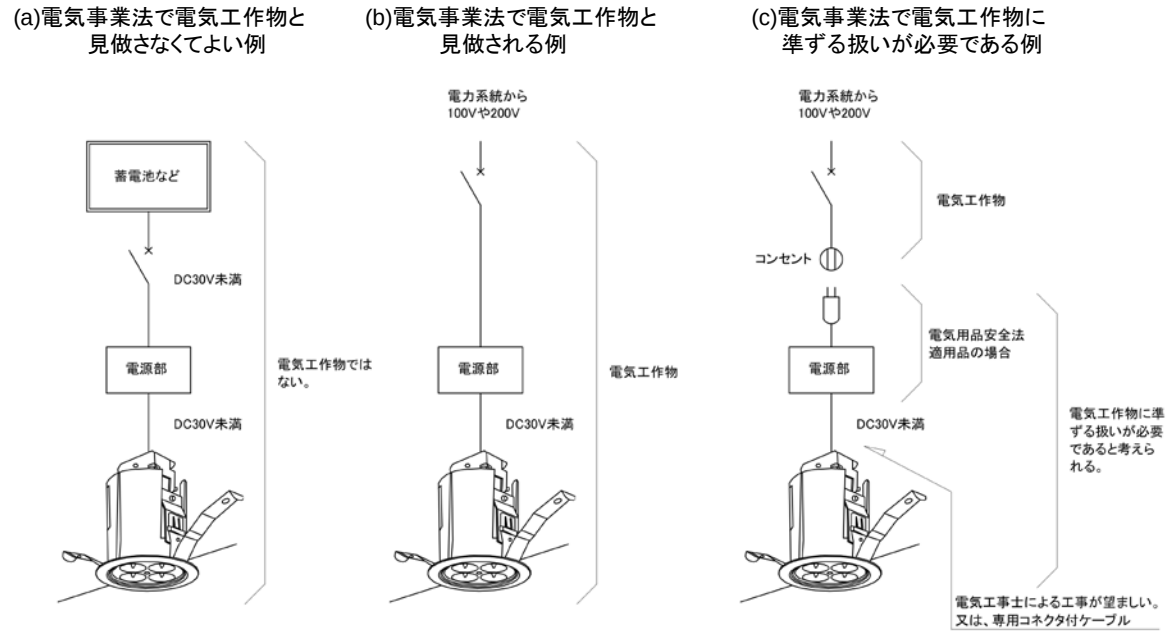


図-6.2.1　電気事業法施行令と LED 照明

6.2.2　電気用品安全法との関係

市場に LED 照明の商品が増えてきたことにより経済産業省並びに関係団体では、LED 照明にも家電製品と同様の安全性を求めるために、電気用品安全法の適用対象とすべく準備が進められており、5.1 項で記述したように、平成 24 年 7 月 1 日以降 LED ランプ及び LED 照明については電気用品安全法の規制対象品目として追加された。しかし、「ランプの入力電流が直流であるもの（AC／DC 変換の制御装置が非内蔵のもの)」、「2 の口金を有する直管形 LED ランプや環状形 LED ランプ」、「E39 口金のもの（家庭用に販売されていないもの)」、「コネクタ接続であるもの（JIS C 7709-1 に規定される口金を有していない)」、「定格消費電力が 1W 未満のもの（政令指定外)」については電気用品安全法の規制対象外であり、法律上 PSE マークを表示することはできない。特に市場に出回っている直管形 LED ランプについては、以前として規制対象外であり、消費者から見た場合に製品が従来の PSE マークレベルの安全性を有するか否かを判断するのは、非常に難しいのが実情である。また、LED 照明関連機器の中では、単独で使用する電源装置や制御装置を対象品目と見なすこともできるが、LED 照明の専用付属品として捉えれば規制対象外となる。

注記. 製造者によっては、電源装置や制御装置で PSE マークを取得していることを、あたかも LED 照明そのものが、PSE マークを取得しているように宣伝しているものもあるので注意する。

今回、電気用品安全法の規制対象品目として追加されなかった品目についても。経済産業省並びに関係団体では、継続して電気用品安全法の適用対象とすべく準備が進められている。現段階では法規制外でも関連する技術基準(表-5.5.1 に記載している日本工業規格 JIS C 8105-1:2010 等の技術基準)に準拠した製品の選定が必要である。特に機種の選定に当たっては、この点に留意し、製造者の安全基準、試験内容、性能評価データ等を確認する。国内の照明器具製造者の場合は、従来 JIS 等の技術基準に準拠した試験が照明器具に実施されており、LED 照明についても準拠した試験がなされ、それを基に性能評価データが整備されていると考えても差し支えない。照明器具製造者以外の新規参入者又は規格の異なる海外等の製造者の場合には、第 3 者機関（公的機関等）にて評価された性能評価データを提出させることも一つの方法である。

6.3　器具の選定

2010 年後半から LED 照明は、時代のニーズに相まって幅広い機種に亘り製作されるようになり、種類だけ見れば白熱電球、蛍光ランプ及び放電灯の代替としてラインナップされてきている。しかし、20 世紀の光源として発展し浸透してきた白熱電球、蛍光灯ランプ及び放電灯については、それぞれが持つ配光特性にマッチした照明器具が作り出されており、配光特性の異なる LED ランプが全てを代替できるわけではない。その点を踏まえ、器具の選定に当たっては光色、演色性及び配光分布データ等、器具として必要なデータを把握し、LED ランプと白熱電球、蛍光灯ランプ及び放電灯の使わけを考える必要がある。また、LED ランプは性能等の規格化を待たずに日々進歩しており、製造者独自の規格にて作られたデータで互換性のないデータや、信頼性に欠けるデータ等が存在し、器具選定に必要なデータが揃わない場合が考えられる。その場合は事前に照明器具の点灯実験を実施し、光色、演色性及び配光分布を把握することを推奨する。

6.3.1　器具の使用条件

LED 照明は表-6.3.1 の範囲で使用することになっている。これは蛍光灯器具、放電灯器具同様の使用条件であり、モジュール・ランプだけでなく制御装置を含めた内部機器の使用条件である。

表-6.3.1　照明器具の使用条件

電源電圧	定格電圧±6%
周波数	50Hz・60Hz 共用
器具周囲温度	5℃～35℃
相対湿度	85%以下

(1)　周囲温度 5℃～35℃の範囲について

LED 照明において、使用範囲外の低温環境での使用は、結露の発生やヒートサイクルにより、不点・絶縁不良・発煙発火等が起きる恐れがあり、高温環境での使用は、不点・絶縁不良・発煙発火等に加えて、LED モジュール又はランプの寿命を損なう原因となる。従って、仕様説明文等に特に表示のあるものを除き、周囲温度 5℃～35℃の範囲で使用する。（ただし、自然現象により一時的に範囲を超える場合は除く。）

LED ランプの使用推奨温度は 5℃～40℃で、器具と LED ランプでは温度設定に大きな差はないが、やや異なる点には注意をする。

(2)　粉塵・腐食性ガス等の影響を受ける場所及びの多湿環境での使用について

LED 照明は内部に電子部品を有するため、腐食及び汚損等の恐れがある場所での使用は避けるようにする。多湿部分については IPX5※1 相当の防水性能を有するモジュール又はランプがあるが、IPX5 以上の性能でも材質の耐候性能の点で、屋外では使用できないモジュール及びランプがあるので注意する。この場合はモジュール及びランプでは屋外仕様に対応ができないため、照明器具本体を屋外仕様にして耐候性能をカバーする。

注記.　※1　水の侵入に対する保護等級で、防水性能の指標は"IPX"で表わされる。IPX-5 はあらゆる方向からの噴流水による有害な影響がない防噴流形の性能を有する。

(3)　振動・衝撃の強い場所での使用

LED モジュールはガラス製ランプに比べて壊れにくい性質があるが、器具の強度設計で耐強度基準が決まるため、原則として衝撃の強い場所や常時振動のある場所での使用は、器具・ランプ等の落下や劣化の要因になるため、避けるように計画する。

6.3.2　制御装置と LED モジュールの適合性

各 LED モジュールは専用の制御装置（電源ユニット）を使用することを前提に設計されているために、他の制御装置は原則として使用できない。内照看板工事等で制御装置と LED モジュール組合せを施工者で選定する例もあるが、制御装置と LED モジュールのメーカーが異なる場合は、その適合性を計画段階で十分検討することが重要であり、それぞれのメーカーと綿密な打合せをする。

6.3.3　光源の色むらについて

4.7 項の色のばらつきでも述べたように、LED チップの性格上、若干の色のばらつきは止む得ないことであるが、高効率を追求した効率重視型の LED 照明と演色性を追求した演色性重視型の LED 照明とでは、同じ光源色でも色温度・色偏差が若干異なる場合があるので、設計・施工時に留意する。

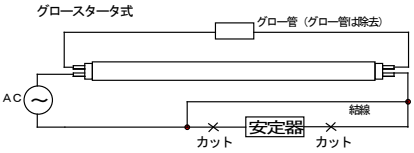
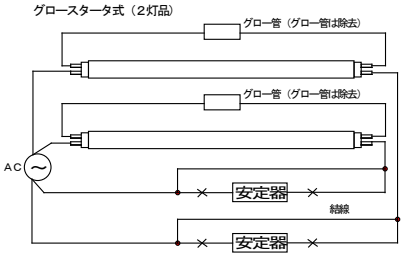
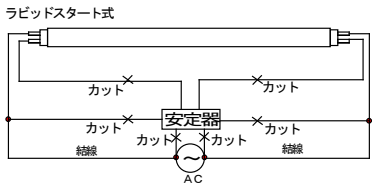
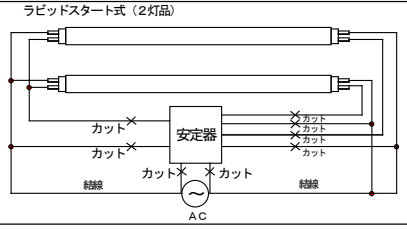
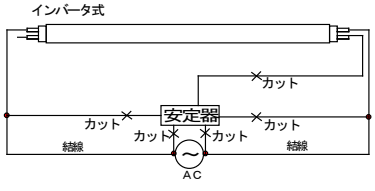
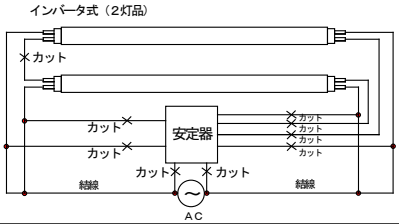
6.3.4　直管形 LED ランプ使用上の注意点

ここでは、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプについて記述する。直管形 LED ランプを使用する場合、表-3.1.1 に示すように、商用電源直結形、既設安定器接続形及び DC 入力形の 3 タイプに分類できる。各 3 タイプ共に安全面での問題があるため、原則としては使用を控えるべきであるが、敢えて使用する場合の注意事項や問題点を以下に示す。

(1)　商用電源直結形の場合

既設器具の安定器を撤去して商用電源を直結させる場合は、表-6.3.2 に示すように、グロースタータ式、ラピッドスタート式、インバータ式各々に、異なる器具内配線の改造工事が伴う。表中の配線改造図からも解るように、電源印加の個所、改造仕様も異なっており、互換性が全くないため一旦改造された器具には、蛍光灯や種類の異なる直管形 LED ランプが、再び装着されることを想定した安全対策が必要であり、安全性の確認が重要になる。

表-6.3.2　各スタート方式の器具内配線工事

	1灯用蛍光灯器具の場合	2灯用蛍光灯器具の場合
グロースタータ式		
ラピッドスタート式		
インバータ式		

1) 器具配線の変更（改造）に伴う品質保証※1が難しい。（「6.6.1　器具を改造する場合の留意点」を参照のこと。）

注記. ※1　(社)日本照明器具工業会では、製造者は安定器及び関連電気部品を含む器具全体でその性能、品質について責任を負っているが、直管形 LED ランプの装着に伴って改造された製品については、製造者としての責任を負うことができないとしており、改造に係る事故、不具合についての責任は改造実施者にあるとしている。

2) 改造で安定器を取り除き商用電源直結とした器具に、再び蛍光ランプを取り付けた場合には、負特性※2のためランプ電流が過大になり、電源短絡と同じような状態が発生する可能性があり、過熱や発熱及び焼損の恐れがある。（表-6.3.3 の結線タイプ 1～3,7,8 が対象となる。）

注記. ※2　負特性とは、印加電圧の増加に対して電流が減少する特性であり、逆に電圧が減少すると電流が増加する特性。蛍光ランプの場合には、安定器の二次電圧は始動時商用電圧より高いため、安定器がないと電流が増加する。

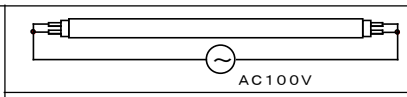
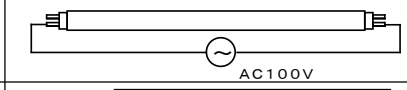
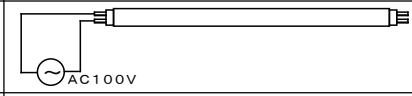
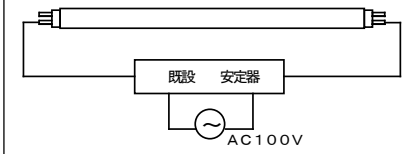
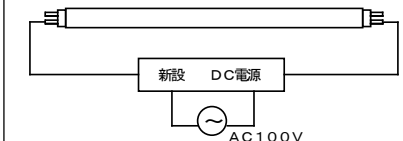
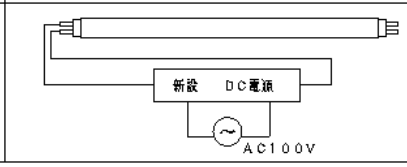
3) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合にも不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。（表-6.3.3 の結線タイプ全てが対象となる。）

4) 両端の端子から電圧を印加するタイプは、片方の端子にランプを差込んだ場合に反対側の端子に電圧が印加され感電する恐れがある。（表-6.3.3 の結線タイプ 1,2,4～7 が対象となる。）

5) 点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要となる。（表-6.3.3 の結線タイプ 4 が対象となる。）

6) 定格入力電圧が 150V を超えているにもかかわらず、アース機構も二重絶縁構造を有しない製品が多いので注意が必要である。

表-6.3.3　直管形 LED ランプの結線方式と誤挿入・感電等のトラブルの有無について

タイプ	DC電源	結線方法			接続する既設安定器	器具内改造の有無	指定外ランプの誤挿入	ランプ挿入時の感電
		結線タイプ	結線図					
1	内蔵	商用電源直結形	両口金より印加		無	有	過熱発煙	有（片側ピン挿入時）
2								
3			片口金より印加					無
4		既設安定器接続形	両口金より印加		磁気式スタータ形	無	不点灯	有（片側ピン挿入時）
5					磁気式ラピッドスタート形		既設安定器発煙焼損	
6					電子式			
7	非内蔵	DC入力形	両口金より印加		無	有	過熱発煙	有（片側ピン挿入時）※1
8			片口金より印加					無

注記. ※1　線間及び対地電圧が交流 30V（実効値）、直流 45V を超えない電圧の場合は、安全特定低電圧（JIS C 8105-1:2005 規定）であり、規制対象外となる。

(2) 既設安定器接続形の場合

3.2.1 で記述したように、既設蛍光灯安定器のタイプは大別するとグロースタータ式、ラピッドスタート式、電子式（インバータ式）の 3 タイプであるが、直管形 LED ランプが全ての回路方式に対応できるとは限らない。誤使用によるトラブルが起きない対策が必要である。

1) 安定器は JIS で規定された蛍光灯ランプとの組合せを前提に設計・評価されており、異なるランプを装着された場合の品質・安全性の保証はできない。
2) ラピッドスタート式安定器に、誤って商用電源直結形又は DC 入力形の直管形 LED ランプを接続すると、種類によっては安定器とフィラメント巻線間が短絡し事故に繋がる可能性がある。
3) グロースタータ式など、点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要になる。
4) 相当時間使用後の器具に、直管形 LED ランプを装着した場合は、更に継続することによる安定器等の経年劣化に起因する危険性が生じることが考えられ、期待寿命（例：40,000 時間以上）が保証できない。蛍光灯器具の取替は 10 年が目安になっており、累積点灯時間は 30,000 時間が目安になっている。従って長時間使用した蛍光灯器具に、そのまま直管形 LED ランプを装着し使用するのは、器具内の安定器が絶縁劣化により発煙事故・異常発熱による断線及びコンデンサの破損等、重大な事故につながる恐れがある。

(3) DC 入力形の場合

1) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合に、不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。

(4) 共通

1) 蛍光ランプ用ソケットの耐荷重質量（許容限界 500g）を超えているものは、振動による落下の危険性があり、脱落防止等の金具が必要。（蛍光ランプに比べて直管蛍光灯ランプ形 LED は重いものが多い。）
2) 放熱部分が樹脂製のものは熱により膨張して管本体がたわみ、脱落する可能性がある。
3) 器具の各部で樹脂製のものを使用している場合は、異常時の発熱により溶けて変形し、落下の危険性があるため、耐熱性のある樹脂を使用する等の安全対策が必要である。

6.3.5 電球形 LED ランプ使用時の注意点

(1) 寸法、形状、質量

電球形 LED ランプは内部に制御装置を内蔵するため、表-6.3.4 に大きさ等の比較を示すが、白熱電球に比べて最大径が大きいものが多い。また口金近傍の形状が白熱電球より太いものがあるために、一部の照明器具等に装着できない場合があるので、事前に確認が必要である。また、質量が白熱電球の 3～6 倍と重く、1 台の器具に複数のランプを装着するような多灯型の器具には、重量対策が必要な場合もあるので注意する。

表-6.3.4 白熱電球と電球形 LED ランプ（60 形・50 形相当）の比較

ランプの種類	直径 (m)	全長 (m)	質量 (g)	消費電力	全光束(lm)		寿命 (h)
					電球色	昼白色	
白熱電球	55	98	30	54W	810		1,000
LEDランプ（T社）	60	119	183	10.6W	810	1,000	40,000
LEDランプ（P社）	58	105	105	11.0W	810	1,050	40,000
LEDランプ（S社）	60	114	170	9.2W	690	820	40,000
LEDランプ（I社）	55	98	95	10.7W	650	850	40,000
LEDランプ（N社）	60	120	145	9.0W	660	810	40,000

(2) 発光効率

表-6.3.4 に記載の LED ランプ（電球 50W・60W 相当品）の発光効率は、電球色系では 60～76 ㏐／W であり、昼白色系では 79～95 ㏐／W と共に電球形蛍光ランプの効率を上回っているが、メーカー間の性能差が大きいことと、公表数値と実測値に乖離が見られる製品もあるので、留意して選定にあたる。また、高効率の昼白色系 LED ランプは、平均演色評価数 Ra が 80 未満で効率のみを追求した製品もあるため、点灯した後に眩しいとか、物の見え方に違和感を覚える等のクレーム要因になる場合があるので注意が必要である。

表-6.3.5　白熱電球・電球形蛍光ランプのワット区分と電球形 LED ランプの光の量（全光束）の比較

一般照明用電球	電球形蛍光ランプ	電球形LEDランプ
100形	25形	1,520 lm
60形	15形	810 lm
40形	10形	485 lm
30形		325 lm
20形		170 lm

出典：電球形LEDランプの選び方・使い方（日本電球工業会 2010年11月26日）

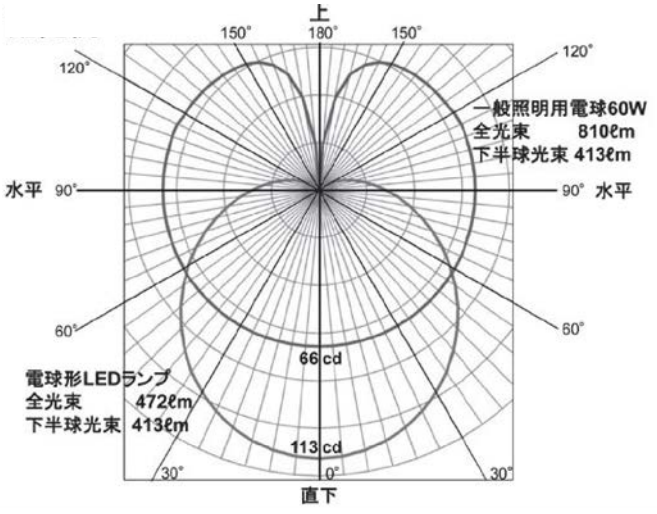
光の量（全光束）で白熱電球・電球形蛍光ランプの代替として LED ランプを選定する場合の適合機種を（5.4.2 項に記述の電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン：電球工業会ガイド-008 を基準に選定）、表-6.3.5 に示す。製品によっては消費電力を前面に打出し比較しているものもあるが、LED ランプは技術の進歩に伴って、消費電力の低下が予想されるので、全光束数値を前提に比較し選定することを推奨する。

(3) 色温度

図-2.4.5 のダウンライト形 LED 照明の色温度と器具光束の関係図でも示したように、色温度の低い暖色系の器具は色温度の高い器具に比べて、平均演色評価数 Ra は 80 を超える製品が主であり、演色性を考慮した製品開発が行われているのが窺えるが、全光束が 22～33%程度低い。そのため温度を基準として LED 照明を選定する場合には、色温度の低い暖色系のモジュール又はランプは色温度の高い物に比べて、一般的に全光束が小さく照度不足になるケースあるので注意が必要である。最近は色温度を変えても全光束、平均演色評価数が変わらないモジュールも開発されており、雰囲気に合わせてモジュールを交換可能な製品も市場に出てきている。

(4) 配光特性

図-6.3.1 に白熱電球 60W と電球形 LED ランプの配光例を示す。白熱電球は全般配光でありビームの開きがおよそ 340 度であるのに対して、電球形 LED ランプは準全般配光であり 180～240 度の範囲にある。図に示す通り、それぞれ直下 1m での照度は白熱電球で 66 lx（66 cd）、電球形 LED ランプで 113 lx（113 cd）であり、LED ランプの方が高い照度が得られる。ある程度広い範囲での平均照度を比べると下半球光



出典：電球形 LED ランプ性能表示等の
ガイドライン 008,(一社)日本電球工業会

図-6.3.1　白熱電球と電球形 LED ランプの配光例と諸数値の比較

束（水平から下）は双方とも 413 lmであり、この数値から同等の平均照度が得られる。この観点から図に示すスペックの電球形 LED ランプを“一般照明用電球 60 形相当”と称している例もあるが、電球形 LED ランプの全光束は 472 lm であり白熱電球の 810 lm を下回るため“60 形相当”（電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン：電球工業会ガイド-008 を基準した場合）と呼ぶことはできないので注意が必要である。このように、電球形 LED ランプは下方向主体に発光するためランプ光束が低くても水平面照度が優れて効率よく照明できる反面、空間全体に光が十分配分されず、天井や壁面の照度が低くなり易く、白熱電球と同等の配光が得られるわけではないため、白熱電球と雰囲気が大きく異なることがある [1]。電球形 LED ランプは光の直進性が強いため、表-6.3.5 に示す狭角配光形～全般配光形までの配光角を持つランプがあるため、使用用途や使用器具によって配光角、光束値や直下の光度を理解した上でランプの種類を選定する必要がある。

表-6.3.5　配光形の定義

配光形	定　　義
全般配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が180度以上
準全般配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が90度以上180度未満
広角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が30度以上90度未満
中角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が15度以上30度未満
狭角配光形	口金上方鉛直点灯時の下方光度の1/2の範囲が15度未満

参考文献：「電球形LEDランプの選び方・使い方」日本電球工業会
2010年11月26日

(5)　設置場所の注意

電球形 LED ランプは形状が白熱電球に似通っているため、使用場所に制限があることが一般の消費者に、理解されずトラブルが絶えなかった。その大半は防水対応品でないランプを浴室等、湿度の高い所で使用することによる水での劣化や、放熱孔のないグローブ器具や、断熱施工型ダウンライトに装着できないランプを取付けることによる熱劣化である。

寿命の問題や、熱による損傷等の観点から放熱が重要であることから、密閉構造の器具には取付けられなかったが、最近は密閉構造の器具に使用できる製品や、防水対応品も開発される等、製品のバリエーションも増えてきている。ただし、効率を追求する高出力型の製品には密閉対応品や防水対応品が少ないので注意すること。また、防水対応品のランプであっても屋外で使用する場合は、ランプのカバー部分が樹脂であるため耐候性に適さないものもあり、防水カバー付器具等に取付ける等の対応が必要になる。

6.4　設計での検討

6.4.1　照明設計での検討

(1)　照度計算での検討

照明設計における従来光源（蛍光灯、放電灯等）を基準とした照度計算方法には光束法と逐点法があり、一般に用いられる照度計算は照明器具の全光束から平均水平面照度を算出する光束法が主流である。この光束法により算出された照度を基に JIS 照明基準に必要な照明器具の種類及び台数を選定するが、LED 照明の場合は白熱ランプ、蛍光ランプ及び放電灯に比べて光の直進性（指向性）が強く、単に平均水平面照度を算出するやり方では、床・机上面（水平面方向）に光束が集中し必要以上の明るさになったり、壁面（垂直面方向）への光が不足し、空間の明るさ感が足りない雰囲気の悪い光環境しか作り出せない結果になったりする。あるいは天井面の眩しさ（器具効率重視のため光束の拡散性が少ない器具は、必要以上にグレアを感じることがある。）を強く感じる場合もある。

LED 照明による設計の場合は、LED 光源の特性である「光の直進性が強い」「照明率・保守率の扱いが明確でない」「点光源・面光源など様々な配光の器具が存在する」など、光束法による平均水平面

照度のみで照明計画を行う方法には無理がある。CG（コンピュータグラフィックス）や配光シミュレーション及び空間の明るさ感を指標として（Feu：パナソニック、Weluna：東芝ライテックなど）、LED 照明に適した照明設計手法を行っているメーカーもあるが、統一した基準が無く LED 照明に適した照明設計法が出てくるのが待たれる。

(2) コストでの検討

従来光源の器具に比較するとまだコスト面で高い印象は強いが、図-6.4.1 に示すようにコスト面では 2012 年時点では 2008 年に比べて 40～50%程度に、出始めの 2006 年に比べると 10 分の 1 以下に低下しており、今後集積型 LED の技術進歩や 200 ㏐／W を超える高出力 LED チップを使用した器具が実用化されれば、更に器具コストの低下が予想される。LED 照明の導入にあたっては、これらの動向に注意を払い検討する必要がある。また、比較的短期間で器具性能や価格が変動することが予想されるため、計画・設計期間や施工期間が長期に亘る案件については、必要に応じて設計内容、器具スペックや工事費に関する見直しを行い、適切な対応を講ずることが重要となる。

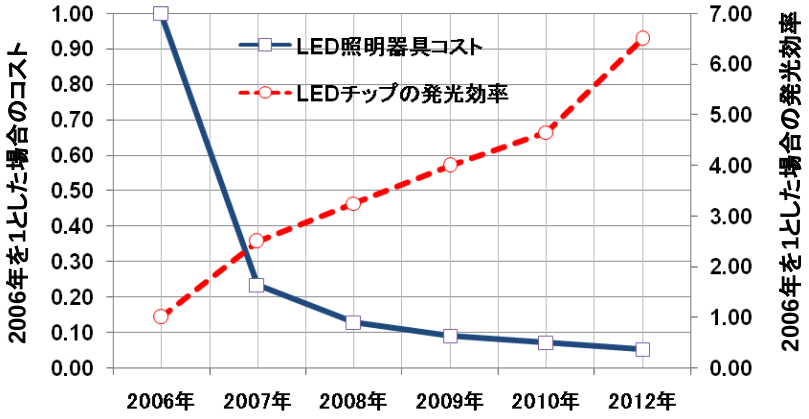


図-6.4.1　LED チップの発光効率と器具コストの変遷

(3) 演色性での検討

JIS Z 9110 照明基準総則では、作業別の推奨表に平均演色評価数 Ra が加えられており、CIE（国際照明委員会）でも用途により推奨する基準が定められている。このように 4.5 項「演色性について」においても記載しているように、照明設計において照度とグレアに加え、演色性も重要な要素である。

平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 に示す 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。しかし、演色評価数は基準光とのずれの方向が適正な方向にあるかどうかは関係なく数値化されるので、演色評価数が高くても好ましい色に見えない場合がある。青色発光 LED チップに黄色蛍光体を用いて白色を作り出している白色 LED モジュールの場合は、平均演色評価数 Ra が 80 以上でも、特殊演色評価用の試験色 R9（Strong Red:4.5R4/13）に対する演色評価数が低い場合は冷めた色見になるため、赤色蛍光体を混ぜて是正しているメーカーもある。このように、LED 照明の場合は、平均演色評価数 Ra だけでなく、どの試験色に対する演色評価数が高いのかにより、被写体の見え方異なるため、演出を考慮する場合は、各試験色に対する演色評価数にも注目する必要がある。

一例として図-6.4.2 に異なるメーカーの高演色性及び中演色性 LED ランプの器具と一般 LED ランプの器具の各演色評価数グラフを示す。同じ平均演色評価数 Ra85 の中演色性ランプの器具でもメーカーが異なると、各演色評価試験色での数値が異なってくる。2 社の中演色性ランプのダウンライト（Ra85）を比較してみると、R4、R7、R8 では 3～4 ポイント程度の評価数の差であるが、特殊演色評価用の R10 で 8 ポイントの大きな差が生じている。個々の演色評価試験色で大差が生じても平均演色評価数では Ra85 で片付けられてしまう。従って、演色性を重視する被写体の場合は、この点を考慮して机上だけでなく、事前に実被写体を対象とする実験を行うのなどの配慮が必要になる。

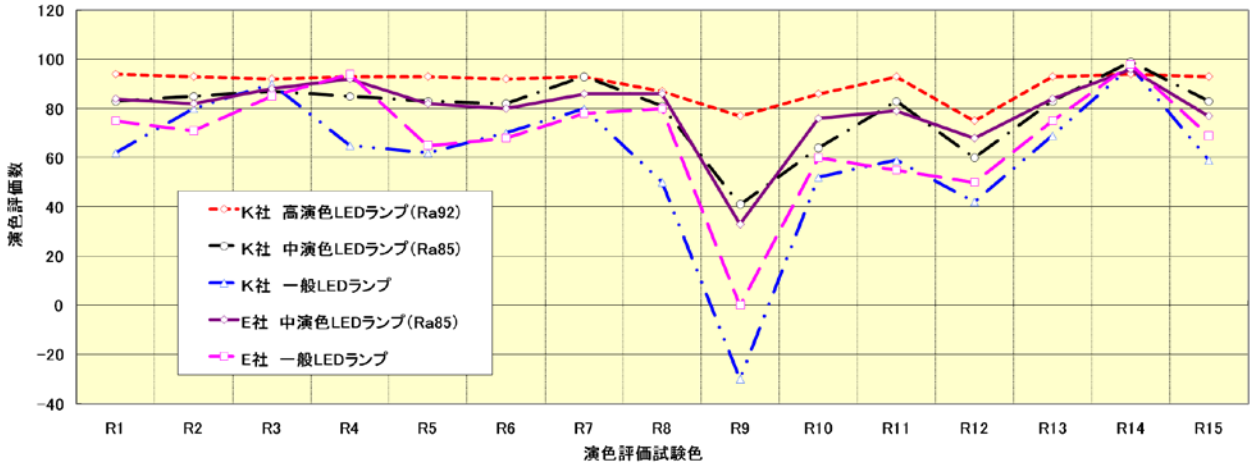


図-6.4.2　各 LED ランプの演色評価数グラフ

(4)　色温度と視覚心理、視覚生理

色温度 3000K は暖かみのある色で、4200K は落ち着きのある色、5000K は活動的な色と言われるように、照明の色温度変化が視覚心理、視覚生理等、人間に対して心理的影響を与えると言われている。住宅向け LED 照明で調色・調光機能を利用して、生活のリズムに合わせたサーカディアン照明制御※1 など､新たな光演出が盛んに研究されていることを 3.1.3 項｢シーリングライト形｣で記述したが、同様にオフィスでの作業性向上を目的とした色温度と照明の関係等が盛んに研究されている。最近は研究だけでなく、オフィス照明設計の中に「サーカディアン照明制御」※1､「知的オフィス照明システム」※2 など、照度制御が中心であった照明制御計画に、色温度を制御する技術を盛り込んだ計画例も見られるようになってきている。

LED 照明はモジュールの構成を変えることにより、自由に色温度を変えることが可能な器具を製作することができるため、今後この面での研究も進んでいくものと考える。

注記.　※1　サーカディアン照明制御は次世代オフィスの省エネソリューションを提案するもので、「サーカディアンリズム」と呼ばれる約 24 時間周期の生体リズムと光の関係を照明制御に応用し、LED 照明の色温度や明るさを変化させることで一層の省エネと同時に、快適性や知的生産性が維持できる新しいオフィス環境づくりを目指すものである。

注記.　※2　知的オフィス照明システムとは、同志社大学三木教授の開発したシステムで、「人工知能により照度・色温度可変型照明制御を行う知的照明システム」として 2008 年から 3 年間に亘り先導研究として NEDO の支援事業として助成を受けて進められた研究である。知的オフィス照明システムは、様々なオフィス活動のスタイルに合わせて「適光・適所」を実現するためのシステムで、照明器具、照度センサ、及び電力センサをネットワークに接続し、照度センサからの照度情報、PC からの色温度情報、及び電力センサからの消費電力情報に基づいて、各照明器具を人工知能のアルゴリズムで制御することで、任意の場所に働く人が要求する照度と色温度を提供する新時代のオフィス向け照明システムである。

6.4.2　照明手法での検討

(1)　住宅照明手法―1 室 1 灯から 1 室複数灯―

ライフスタイルの変化に伴って、住宅照明へのニーズが単なる明るさ確保だけでなく、空間デザインの一部として住空間の表情を演出し、生活を豊かにする重要なアイテムとして役割が求められるようになって来ている。そのため従来の 1 室 1 灯から 1 室複数灯の「適所適光」と「適時適明」の“あかりの組合せ”と“あかりの灯し方”の 2 つの考え方の手法が取り入れられるようになってきている。

特に LED 照明の演色性の改善、器具効率の向上、色温度の改善などが進むに併せて、従来光源では

演出できない LED 照明の特徴を生かした照明手法が採用されるようになってきている。点光源・面光源など様々な配光が得られる LED 照明を効果的に使用すると、あかり空間を演出しながら同時に省エネルギーに繋がる効果があり、その面でも期待されている。また、シーン演出のため照度だけでなく色温度も可変できる照明器具が盛んに製品化されるなど、住宅照明手法も LED 照明の出現により、様変わりをしようとしているので、その動向にも注視する必要がある。

(2) オフィス照明手法―次世代技術の照明システム・知的オフィス照明システムなど―

最近の事務所ビルのオフィス空間に採用されている照明システムは、点灯・消灯や調光制御を基本として、オフィスの運用に合わせたスケジュール制御や、入退室・防犯などの他システムとの連動制御が可能なシステムは当たり前になっている。また、省エネ・節電力を図るためセンサを用いた昼光照度制御、人の在・不在に合わせた点滅・調光を行う人感制御なども盛んに取り入れられている。

従来までの照明制御システムは、リレーなどによる点灯・消灯・調光制御が主流であり、リレーから配線される照明器具が制御の最小区分となるため、制御区分を細かく分けたい場合は照明器具への配線が多く又複雑になる問題があった。従って、オフィスのレイアウト変更や間仕切りの追加による点滅などの制御区分変更に合わせた配線変更や追加、リレー端末の増設など変更工事がその都度発生して煩雑になり、簡単に点滅などの制御区分を変更できない課題があった。しかし最近は、照明器具本体に通信機能を搭載することにより、最小制御可能単位 1 台の制御システムが構築できる次世代型の照明システムが開発されている。この照明システムはオフィスのレイアウト変更や、間仕切り追加があっても照明器具 1 台から自由に点滅・調光制御区分をグルーピングできなど、配線によって区分が決まるのではなく設定により変更可能なため、複雑な配線工事が不要で施工を簡素化できるメリットを有す。しかし、照明器具本体及び制御装置などの装置コスト高から初期コストがかさむため、採用を見送るケースがあったが、最近の省エネ・節電の機運から見直され採用されるケースが増えている。LED 照明を主体とした照明計画の場合は、LED 照明が従来光源の蛍光灯に比べると調光に向い面もあり、計画段階から調光システムを検討するケースが多い。LED 照明で照明システムを構成する場合の調光方式は 3.4.1 項に記載した PWM 調光制御方式が多く、電源線と制御線が異なる 4 線式の信号線方式になる。PWM 調光機能を内蔵する LED 照明器具の場合は、簡単にしかも安価で通信機能を組込むことができ、今後オフィス照明の主流が LED 照明に移行するにつれ、照明器具本体に通信機能を内蔵した照明システムの採用に拍車がかかるものと予想される。

6.4.3 配線設計時の留意点

(1) 突入電流を考慮した回路設計

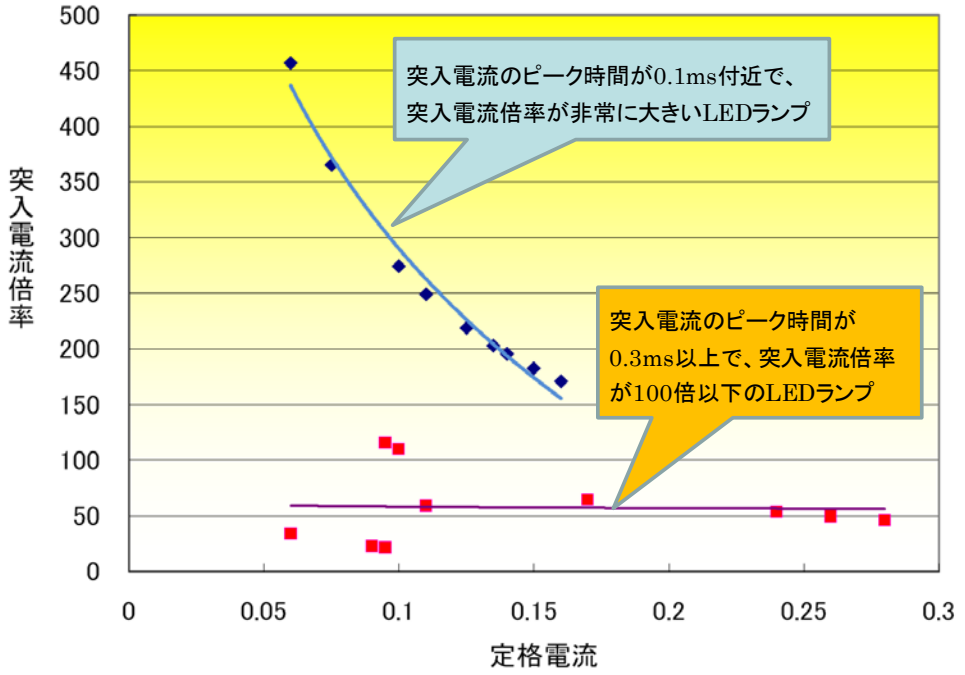
LED 照明は 1 灯の消費電力が小さいため、分岐回路 1 系統に多数器具を設置することがある。この場合には制御装置内の平滑用コンデンサが挿入されているため、電源投入時の突入電流を考慮した回路設計が必要になる。表-6.4.2 に電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（T 社例）を示し、図-6.4.3 には定格電流と突入電流倍率の関係を示す。突入電流が流れる時間により図に示すように 2 種類に分かれる。突入電流が流れる時間が 0.1ms と非常に短いランプの場合は、定格電流の 180～450 倍と非常に大きな突入電流が流れる。一方突入電流が流れる時間が 0.3～0.4ms と 3～4 倍程度流れるランプの場合は、定格電流の 30～110 倍の突入電流が流れる。これは平滑用コンデンサの性状の違いによるものと推測されが、どちらの場合も突入電流は大きな値であるが、非常に短い時間なので接続台数が少ない場合は、調光スイッチに内蔵された半導体素子の熱的強度を超え破壊することはない。しかし、接続台数が多くなると半導体素子の熱的強度を超え破壊する場合がある。回路設計にあっては、この点を踏まえてメーカーが指定している接続数に従って行うようにする。突入電流は人感スイッチ、光センサ、リモコン機器等に内蔵される半導体素子等にも同様の影響を与え

るので、併せて注意する必要がある。他メーカーも同様に接続できる LED 照明の個数をカタログや取扱説明書に記載しているので、回路設計前に予め確認しておくこと。最近メーカーからも突入電流に関する注意が促されているので、不明な点についてはメーカーに問い合わせを行い、工事完了引渡しにトラブルが生じないようにしておく。

表-6.4.2　電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（例）

ランプ形状	単位	ビーム ランプ形	ボール形	一般 電球形	調光器 対応形	防水形	ミニ クリプトン形	ユニット フラット形
定格電流	A	0.11	0.15	0.08	0.06	0.06	0.06	0.11
突入電流	A	27.4	27.4	25.9	2.04	2.04	27.4	6.5
突入電流倍率		249.1	182.7	323.8	34.0	34.0	456.7	59.1
突入時間	msec	0.1	0.1	0.1	0.385	0.385	0.1	0.3
接点出力T/U	台	25	25	25	60	60	25	13
T/U付6A リレーユニット	台	25	25	25	60	60	25	13
リレー制御T/U	台	90	90	90	100	100	90	105
人感センサ 別置形電源	台	1	1	1	15	15	1	4
人感スイッチ （屋内用/2線式）	台	20	20	20	40	40	20	21
壁スイッチ	台	70	70	70	100	100	70	120

出典：T 社カタログ数値より



注記.　表-6.4.2 の電球形 LED ランプには代表的なランプ形状のものを抜粋して記載しているが、グラフはこれらを含む 30 種類の定格電流と突入電流倍率の関係を分布図として示す。

図-6.4.3　電球形 LED ランプの定格電流と突入電流倍率の関係（一例）

また、表-6.4.3 にダウンライト形 LED の特性、表-6.4.4 にベースライト形 LED の特性を示す。電球形 LED ランプに比べると、制御装置にピーク電流を抑える設計が採用され 2～16%程度に抑えられているが、突入電流が流れる時間が長くなっている。表-6.4.3 のダウンライト形 LED 器具の例で、通電後 40ms 経過時の突入電流値が定格電流の 8.5 倍程度であり、定格電流をベースに回路設計を行っ

た場合、1 回路に接続できる最大容量で配線設計を行うと、全灯一斉点灯時に図-6.4.4 に示すように低圧遮断器の動作特性に近い部分が生じ、低圧遮断器が誤動作する可能性がある。この点を踏まえた配線設計が必要である。

表-6.4.3　ﾀﾞｳﾝﾗｲﾄ形 LED の特性(S 社製)

機種名	ダウンライト形LED
定格電流	0.094A（200V　入力時）
突入電流	0.8A（200V　入力時）
突入電流倍率	8.56
突入時間	40ms
定格電圧	AC100～242V
消費電力	18.7W

表-6.4.4　ﾍﾞｰｽﾗｲﾄ形 LED の特性（S 社製）

機種名	ベースライト形LED
定格電流	0.34A（200V　入力時）
突入電流	2.4A（200V　入力時）
突入電流倍率	7.06
突入時間	25ms
定格電圧	AC100～242V
消費電力	68W

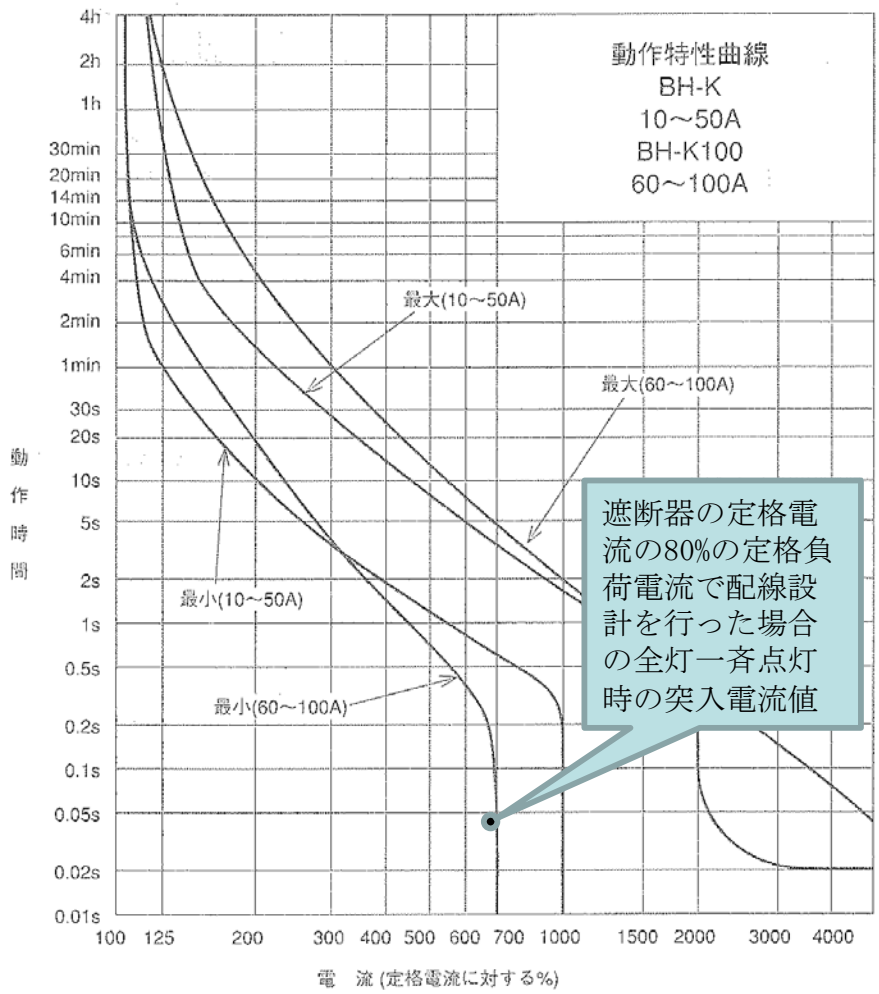


図-6.4.4　低圧遮断器の動作特性と LED 器具の突入電流

(2)　漏電ブレーカでの誤動作

4.6 項で高調波について記述しているが、LED 照明の制御装置はスイッチング電源方式が主流であるため、漏電ブレーカの種類によっては制御装置から漏れる高調波・高周波電流の影響で漏電ブレーカが誤動作する場合がある。制御装置は高調波や高周波雑音・ノイズを抑制するために、フィルタが

挿入されており、フィルタを通して高調波・高周波電流が漏洩電流として流れている。電圧フリーの制御装置は固定電圧の制御装置に比べて漏洩電流が大きくなる傾向にある。

分電盤などに漏電ブレーカを設ける場合は、分岐回路に設ける漏電ブレーカの感度について考慮する必要はないが、主幹に漏電ブレーカを使用する場合は、LED 照明器具の漏洩電流の総和が影響し感度が比較的高いものは誤動作する可能性があるので、感度の鈍いものを選定する。また、コンデンサ（フィルタ類も含む）に流れる商用周波数漏洩電流や低次の高調波漏洩電流は、高調波対応形漏電ブレーカであっても漏電と検知する可能性があるので、選定にあたっては注意が必要である。

6.4.4　調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点

(1)　2 線式タイプの調光スイッチ

白熱灯専用の調光回路に設置されている白熱灯を LED 照明に取替えた場合は、白熱灯のようなスムーズな調光動作には成らず、ほとんど点灯しない状態からほぼ全点灯に近い状態に移行し、調光にならない現象が起きる場合がある。原因は図-6.4.5 に示す白色 LED の順方向電圧(V_f)－順方向電流(I_f)特性で、一定の電圧に達しないと電流が流れず、非発光領域の範囲が広いためである。従って、白熱灯から LED 照明に置換える場合は、器具を調光対応品又は制御装置（電源装置）を調光対応品にする。

注記. 調光対応でない LED 照明器具又は LED ランプを使用した場合は、調光スイッチによる位相制御のため電源波形が歪み、チラツキの発生や過負荷により内蔵の電子部品が破損又は短寿命になる恐れがある。

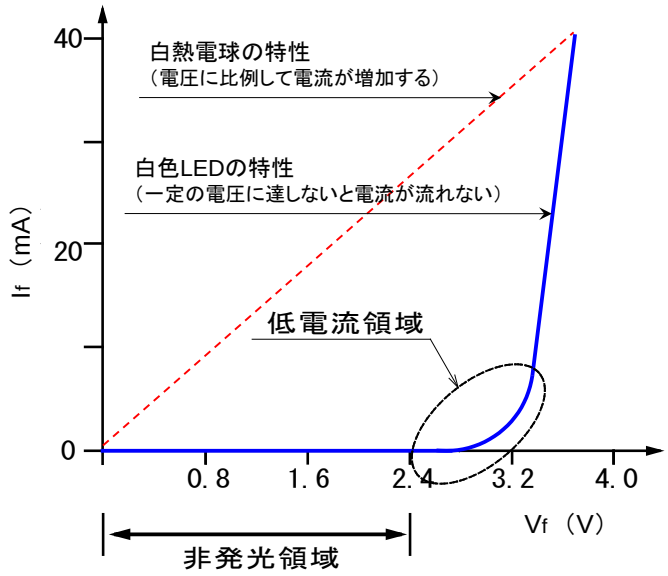


図-6.4.5　白色 LED と白熱電球の順電流-順電圧特性

(2)　4 線式タイプの調光スイッチ

現状の LED 照明はメーカー間の互換性がほとんどないため、4 線式タイプの調光スイッチの場合、同一調光回路に異なるメーカーの製品を混在させることはできない。

(3)　調光スイッチに接続する器具数

1 台の調光スイッチに接続できる LED 照明及び制御装置は、各々仕様が異なるために、事前にメーカーの施工説明書、仕様書等を確認のした上で、メーカーと打合せを行うこと。

(4)　個々の調光対応 LED 照明で消灯タイミングが異なる

複数の LED 照明を 1 つの調光スイッチに接続して使用する場合は、LED の特性（LED モジュール

動作電圧のばらつき等）により個々の灯具で消灯のタイミングに差が出ることがあるので注意する。

(5) 調光範囲について

従来の調光対応の LED 照明は、調光下限まで暗くすると突然消灯する等の不具合があったが、最近は 5～100%の範囲であればスムーズに調光できる製品が主流で、メーカー指定の専用調光スイッチを使用した場合では、白熱灯のように消灯状態（0%）から全点灯までスムーズに調光できるものも開発され、白熱灯同様に LED 照明を使用した 0～100%の調光演出が可能になってきている。

また、LED 照明は僅かな電流が流れているだけでも点灯するため、調光スイッチのつまみが不点灯のポジションでも薄く点灯した状態になる場合がある。これは調光スイッチが完全に通電していない状態にならないためで、この場合は調光スイッチに電源スイッチを付加するか、又は電源スイッチ内蔵の調光スイッチに取替える必要があります。メーカーによっては IC を利用して、図-3.8.1 に示す電源波形に応じて LED モジュールに流れる電流値を制御して、電源電圧が完全にゼロになる前に消灯するような仕組みを製品に組込んでいるものもある。

(6) 人感スイッチと調光スイッチの併用

人感スイッチと調光スイッチを併用させる場合は、電流制御目標値が LED 照明器具のデューティ比検出回路に直接信号として流れる必要があるため、4 線式タイプの LED 照明器具と調光スイッチの組み合わせにする。人感スイッチ、調光スイッチ及び LED 照明器具によっては使用できない組合せもあるので、メーカーと調整のこと。

(7) 位置表示灯付スイッチ

位置表示灯付スイッチは、オフ時にも微小な電流を流してスイッチ部の表示灯を点灯させる方式である。このため微小電流が LED ランプ又は LED 照明器具にも流れるため、オフ時にぼんやり点灯することがある。従って、事前に位置表示灯スイッチと組合せ可能な器具を確認しておくこと。

6.5 施工時の検討

6.5.1 器具の発熱と放熱対策

LED 照明は LED モジュール及び制御装置から発熱があるため、放熱を考慮した施工が重要になる。特に断熱構造又は断熱工法により施工される天井部分に取付けるダウンライト形 LED※1 については注意が必要である。

注記. ※1 「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計、施工及び維持保全の指針」により住宅等で省エネを目的とした断熱工法を施した天井が増加しており、同基準（平成 18 年国土交通省告示第 378 号 3（2）イ（ニ））より、「断熱構造とする天井又は屋根に埋込み形照明器具を取り付ける場合にあっては、断熱材で覆うことができるものを使用すること。」となっている。

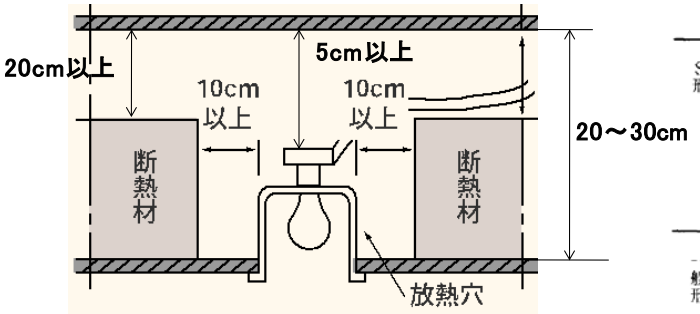
図-6.5.1 に従来品の一般形ダウンライトの各断熱材との離隔距離を示すが、断熱工法に対応していないダウンライト形 LED も従来品ダウンライト同様に離隔を守った施工方法を行う必要がある。指定以外の施工では器具の寿命が損なわれたり、過熱して発火・発煙等のトラブルが発生する恐れがあるので注意すること。

図-6.5.2 に S 形（断熱施工対応形）器具と M 形（一般形）器具の施工法の違いを示す。最近ダウンライト形 LED においても SGI 形・SG 形（マット敷断熱工法対応）の S 形埋込照明器具※2 が製品化されるようになってきたが、SB 形（ブローイング断熱工法対応）の器具はまだ製品化されていない。しかし S 形埋込照明器具はまだ製品が少ないので注意が必要である。

注記. ※2 SGI 形・SG 形（マット敷断熱工法対応）及び SB 形（ブローイング断熱工法対応）埋込照明器具

とは建物の施工時において断熱材の施工に対して特別の注意を必要としない器具であって、(社)日本照明器具工業会規格（JIL5002-2000）に適合する器具をいう。SGI・SG・SB の断熱施工表示マークは、(社)日本照明器具工業会が示す登録表示である。

また、口金（E17・E26 等）が同じであるため白熱電球から電球形 LED ランプに取替えている場合が見受けられるが、天井部分に断熱工法が採用されている場合はダウンライト周辺の断熱材を取除き、断熱材との離隔を図-6.5.1 に示す値以上に取る等の施工が必要になる。S 形のダウンライト（口金 E17・E26）であっても、装着しようとする LED ランプが S 形に対応していない場合もあるため、既設の施工法に合わせてランプを選択する必要がある。断熱施工表示は器具とランプの組合せに対して登録表示しているものであり、登録されていないランプは使用できない。使用できるランプは器具に貼付けられている銘板やランプ表示ラベルに記載されているので確認のこと。



✓断熱施工天井に一般形ダウンライト器具を設置する場合の各部材との離隔距離

図-6.5.1　一般形ダウンライト
と各部材の離隔距離

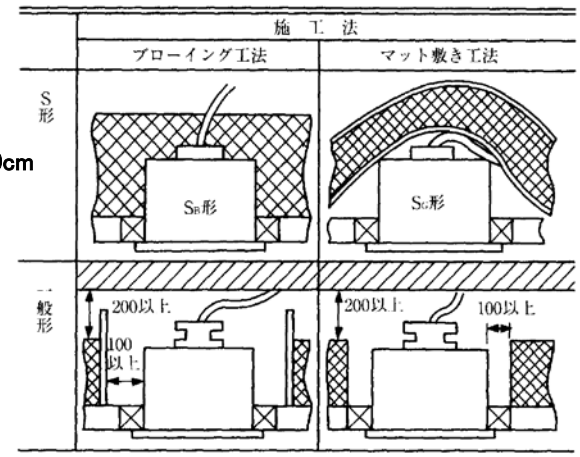


図-6.5.2　S 形ダウンライトと
一般形ダウンライトの比較

6.5.2　器具の接続方法

(1)　制御装置（電源部）一体形ダウンライト

制御装置一体のダウンライト形 LED は、従来の白熱灯ダウンライトや蛍光灯ダウンライト同様に、図-6.5.3 に示すように端子接続式の接続部のケーブル外装剥ぎ取りは、必要最小限に留め接続する施工方法を行っている。しかし、一部のダウンライト形 LED の接続要領書には図-6.5.4 に示すように、制御装置及び LED モジュールからの熱伝導を回避するために、ケーブル外装を一定の長さに剥いだ状態にして、耐熱等の保護チューブを挿入し端子に接続するように記載された製品がある。他にもケーブルの外装を剥ぎ取ってN相のみ保護チューブで保護するよう求めた製品もあるため、取扱説明書に注意すると共にメーカーの意図するところは確認し、目的を汲んで施工する。

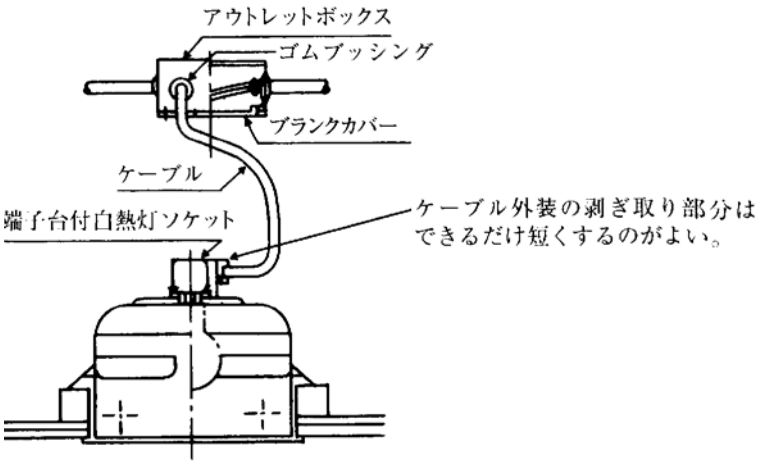
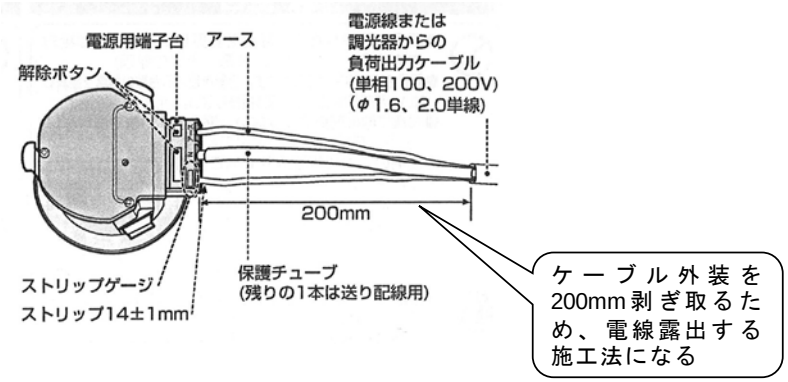
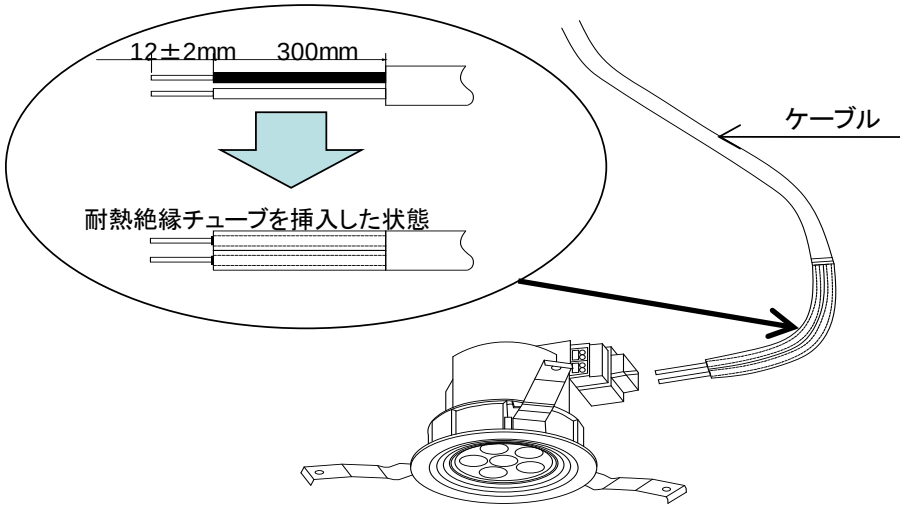


図-6.5.3　内線規程（JEAC8001-2011）に於ける
天井内の埋込み形照明器具の接続方法



(a)ケーブル外装剥ぎ取り部の N 相のみに保護チューブを挿入する例



(b)ケーブル外装剥ぎ取り部に保護チューブを挿入する例

図-6.5.4　放熱対策で接続部のケーブル外装を剥ぎ取る必要がある例

ケーブル外装を剥ぎ取った部分は電線と同等で、保護層がなく絶縁層のみの状態なので、少しの傷でも漏電・感電事故が生ずる可能性があり、耐熱性スパイラル等を採用した追加保護措置を施す必要がある。また、接続部分が天井内であり日頃目視点検ができないため、ケーブル外装を剥ぎ取った部分が確実に造営材に接触しない施工法を取らなければならない。

(2)　制御装置（電源部）別置形ダウンライト

別置形のダウンライト形 LED の接続方法は、基本的に従来のダウンライト形蛍光灯と接続法は変わらないが、図-6.5.5 に示すように、制御装置と器具本体がケーブルにより分離できないタイプや、コネクタ接続方式で分離できるタイプ等がある。また、制御装置によっては内蔵のコンデンサに熱が集中しないように取付け方向を施工要領書等に指示している製品があるので、十分考慮の上、器具の選定及び施工方法を決定する。

制御装置の固定方法についても事前検討が必要になる。制御装置器具本体がケーブルにより一体になっているタイプは、器具取付け時に制御装置も同時に取付けるためそれを固定する受け部材を予め天井内に設けておく。一方、制御装置をコネクタ等により分離できるタイプは先に天井内に制御装置を取付けることが可能なため、後から点検できるように取付け方法、取付け位置等を検討内容に入れておく。

制御装置と器具間の接続ケーブルは付属品として同梱したものを使用するが、制御装置 1 台に対して複数台の器具を接続する場合は、メーカー指定の電線・ケーブルを使用するか同等以上の性能を有する電線・ケーブルを使用する。

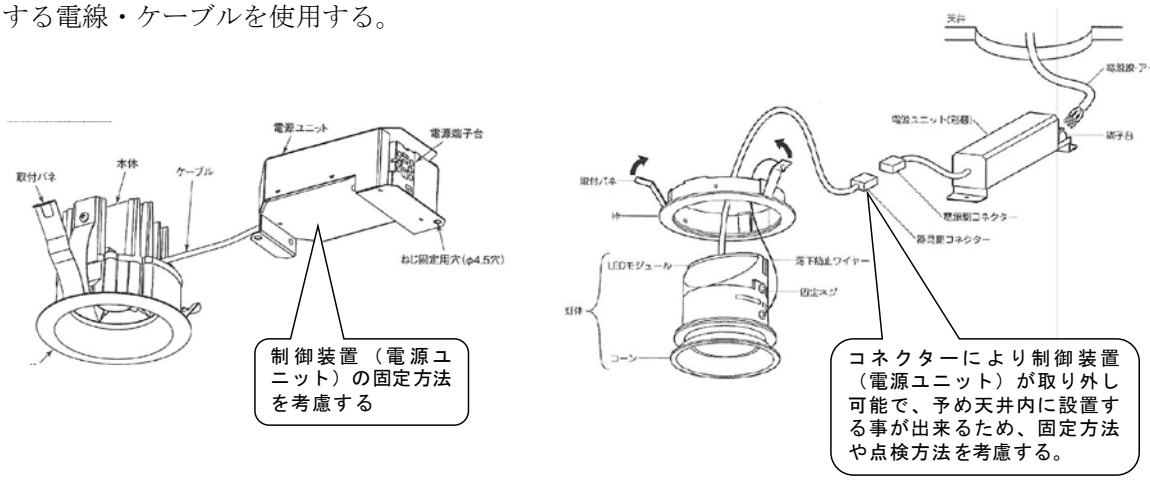


図-6.5.5　制御装置（電源部）別置のダウンライト形 LED 照明

(3)　**ベースライト形**

ベースライト形 LED の接続方法は、基本的に従来の器具と同じであるが、器具によってはダウンライト同様ケーブルの被覆の剥き取り寸法が指定されているものがあるので十分に注意の上、施工する。器具メーカーにより接続方法が異なる場合があるので、工事説明書を必ず熟読の上、施工する。

6.5.3　屋外で使用する場合の注意点

1)　直管形 LED ランプや電球形 LED ランプ等、ランプのみを交換して使用するタイプについては、防水仕様（防水性能 IPX5 相当以上の性能）以外の LED ランプを使用しない。IPX5 相当の防水性能を有するランプでもグローブの材質によっては耐候性能が不足し、屋外で使用できないものがあるので注意する。

2)　屋外に使用する器具（JISC-8105-1 に規定している防水性能を有する器具）は、一般的に密閉構造であるため、内部の温度上昇が大きく使用条件での内部温度に関しては事前確認が必要である。直射日光による温度上昇がない夜間での使用だけでなく、試験点灯や自動点滅器等の故障時の場合を想定して、昼間に点灯しても支障が生じないように検討する。

3)　器具内の LED モジュールは電子部品であるため、静電気やサージ電圧等の高電圧によりダメージを受ける。取扱時の静電気対策や、誘導雷等のサージ対策を検討する。

4)　振動・衝撃や腐食性ガスの多い場所での使用については対策を講じる。

5)　LED 照明器具はヒートシンクや制御装置等の重量物を含むため、組合せて使用するポールや架台等は十分な強度を有する物を使用する。表-6-5-1 に示す JISC-8105-2-3「道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項」で規定された速度圧に耐えるものとする。

表-6-5-1　単位面積当たりの耐荷重

取付高さ	単位面積当たりの荷重	備考
6m以下	1.6kN／m2	風速51m相当
6mを超え15m未満	2.3kN／m2	風速60m相当

6)　器具の施工要領書等に指定された取付け方向以外の使用はしない。

7)　器具接続時の口出し線や接続線については熱伝導を考慮して折り曲げない。

8)　接続器具については加熱による影響に耐える信頼性の高い接続器を使用する。

6.5.4　耐震支持及び重量対策

(1)　LED 照明器具の耐震支持の考え方

ベースライト形器具をスラブから支持を取ることについて、異論を挟む人は居ないと思うが、従来品のダウンライト形蛍光灯やダウンライト形白熱ランプについては、器具付属の引掛け支持金具により天井材に支持するだけで済ませている場合を多く見かける。ダウンライト形 LED の場合は、制御装置（電源部）や放熱部のため従来品に比較して重い。表-6.5.2 にダウンライト形 LED と従来品の質量比較を示が、大半の LED 照明が従来品に比べて重量が増加している。製品の出始めに比べると最近の器具は、メーカーが放熱部や制御装置に工夫を加え軽量化を図っており、従来品と比べて遜色ない重さになっているが、計画及び施工に当たって重量は意識しなければいけない要素となっている。

重量が増しているということは、長期応力荷重に対する天井下地強度の問題が考えられるし、また短期応力である地震に対する耐震支持を、確実に取らなければならないということも考えられる。公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）は、その両方を考慮せよと言っている。長期応力荷重で例え落下しなかったとしても脱落に至ることは考えられ、脱落により器具の破損や、端子部に応力が掛かることによる破損で、短絡や電気的接続が不完全になり発火する等の危険性も生じる。もちろん短期荷重である地震による落下で人身災害に至るおそれを考慮するのは当然である。

注記.　照明器具の被害は建物の機能には、大きな障害にはならないが、殆どの照明器具が天井に取り付けられているため、その被害の 47%を落下が占めていた。アンケート調査の数字からは判別できないが、重量の軽いダウンライトの脱落が多く、電線にぶら下がっていて、落下に至っていない器具が多数あったようである。しかし、落下は２次災害の心配があり、昼間の時間帯に地震が起きておれば、多くの人が被害を受けていたと思われ、照明器具の落下防止対策が必要である。

「語り継ぐ電気設備の震災対策（阪神・淡路大震災に学ぶ）　編集：電気設備の震災教訓調査委員会」より抜粋。

LED 照明器具は従来の照明器具と異なり、長寿命であるランプの交換をほとんど考慮する必要がない。このため従来の器具ではランプ交換時に、取付け具合の確認などを行っていた点検作業が無くなり、気が付かないまま支持金具の緩みなどで脱落又は落下するなどのことも想定されるので、その点を考慮して取付ける必要がある。

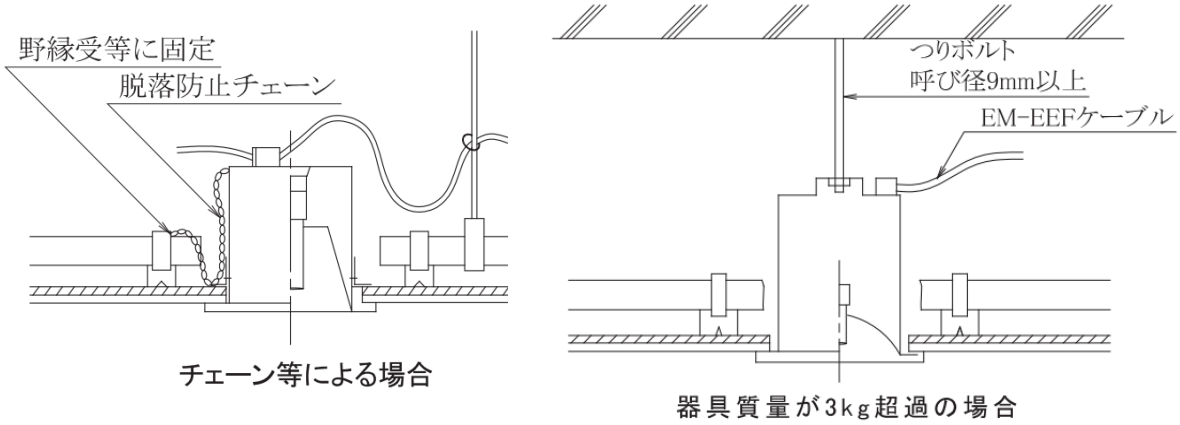


図-6.5.6　電気設備工事標準図抜粋　　（社）公共建築協会より

(2) 公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法

図-6.5.6 に示すように、公共建築設備工事標準図ではダウンライトの重量により支持方法が定められているが、このことは意外と知られておらず、天井材に直接支持するだけでの仕様書に準拠した施工が行われていないことが見受けられた。この基準では、1.5kg 以下の器具では天井材だけの支持で構わないが、1.5kg を超える器具では天井材支持に併せて脱落防止チェーンの取付けとなっており、3kg を超える器具ではスラブから直接器具をサポートすることになっている。

表-6.5.2 ダウンライト形 LED 照明器具と従来品の質量比較

メーカ	LED型式	W相当	LED器具 質　量	従来品の 質量（例）
P社	40形	白熱灯40W形器具相当	0.3 kg	0.3 kg
	60形	パルックボール15W形器具相当	0.6 kg	0.3 kg
	100形	コンパクト形蛍光灯FDL27W形器具相当	0.8 kg	0.9 kg
	150形	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	1.2～1.3 kg	0.9 kg
	200形	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	1.2～1.3 kg	1.1 kg
		放電灯器具CDM-T35W形相当	1.5 kg	
S社	60形	白熱灯器具40W相当	0.7 kg	－
	100形	コンパクト形蛍光灯FDL27W形器具相当	1.0 kg	－
	150形	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	1.0 kg	－
T社	300シリーズ	白熱灯器具40W相当	0.23 kg	0.3 kg
	500シリーズ	白熱灯器具60W相当	0.5 kg	0.3 kg
	900シリーズ	白熱灯器具100W相当	0.8 kg	0.4 kg
	1500シリーズ	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	1.0 kg	0.9 kg
	2000シリーズ	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	1.2 kg	0.9 kg
M社	クラス50	ハロゲンランプ器具50W相当	0.6 kg	0.4 kg
	クラス60	白熱灯器具60W相当	0.6 kg	0.4 kg
	クラス100	コンパクト形蛍光灯FHT24W形器具相当	0.9 kg	0.8 kg
	クラス150	コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当	0.9 kg	0.8 kg
	クラス200	コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当	0.9 kg	0.9 kg
	クラス500	コンパクト形蛍光灯FHT42W×3形器具相当	3.1 kg	2.5 kg
	クラス600	コンパクト形蛍光灯FHT42W×4形器具相当	3.1 kg	2.6 kg
	クラス700	放電灯器具HID70W相当	2.3 kg	2.0 kg

表-6.5.2 では製造業者呼称のコンパクト蛍光ランプ FDL27W・FHT32W や FHT42W 相当の高出力器具で重量が 1.0kg を超えるものがあるが、公共建築工事標準図に記載されている基準を意識して 1.5kg を超える器具は少ない。地震時の安全性を考えると 1.5kg 未満の器具であっても施設の重要性等を考慮して、落下防止チェーン等の耐震対策を採ることが望ましい場合もある。また、6.5.2 項でも記述したように制御装置別置形の器具の場合は、地震等の振動で装置が動き回り天井材を傷付けたり配

線接続部に不要な張力をかける場合があるので、制御装置を天井材に乗せるだけでなく野縁や野縁受等に固定することも必要である。

(3) 天井の耐荷重と施工について

1) 在来天井の場合

照明器具の支持方法としてスラブからの固定は、ベースライト形等の 3kg を超える器具について一般的に採用されていたが、1.5kg 未満のダウンライト形器具では、軽量であるため特に重量を考慮せず、天井材に荷重をかける方法のみによる支持が行われていた。在来工法の場合は下地ボードの支持方法や支持間隔並びに材料質、天井ボード自体に加わる荷重分布や、天井ボードの切り込み寸法により様々に変化する耐荷重を厳密に定義するのは困難なため、天井材の耐荷重について天井材メーカーからは明確な耐荷重を公表されていない。一つの目安として JIS A 6901：2005 において規定されている「せっこうボード製品の曲げ強度試験」の結果から(2)で記述した公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる※。

注記. ※ 図-6.5.7 に曲げ強度試験の方法を示すが、ボードの両端を支持棒の上に載せ、中央全スパンに集中荷重を加え、破壊したときの荷重値を測定することになっている。曲げ強度試験の結果を図-6.5.8 と図-6.5.9 に示すが、石膏ボードは薄いものはたわみが大きく、支持間隔が広いものもたわみが大きい。この数値は器具を取付けるための石膏ボード自体への切込み位置や大きさが考慮されてない場合であり、実際はこの試験結果に加えて、切り込み時の位置や大きさを考慮した多種類の試験をはじめ、天井材への長期荷重についても考慮しなくてはならない。従って、数十年後の時間的経過を想定し器具の支持方法を決定することは大変困難であるが、図-6.5.8, 図-6.5.9 の石膏ボードの強度試験での荷重 20kg 以下のたわみ量から判断すると、3.0kg を超えない器具であれば、仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる。

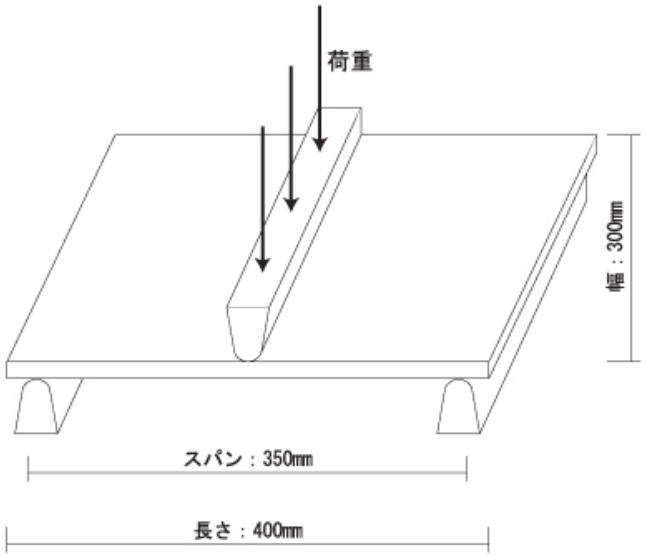


図-6.5.7 石膏ボードの曲げ強度試験の概要
（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）

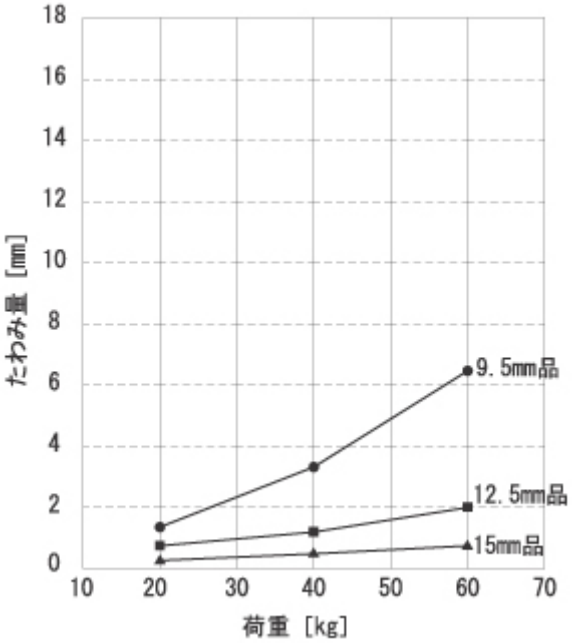


図-6.5.8 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 303mm の場合
（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）

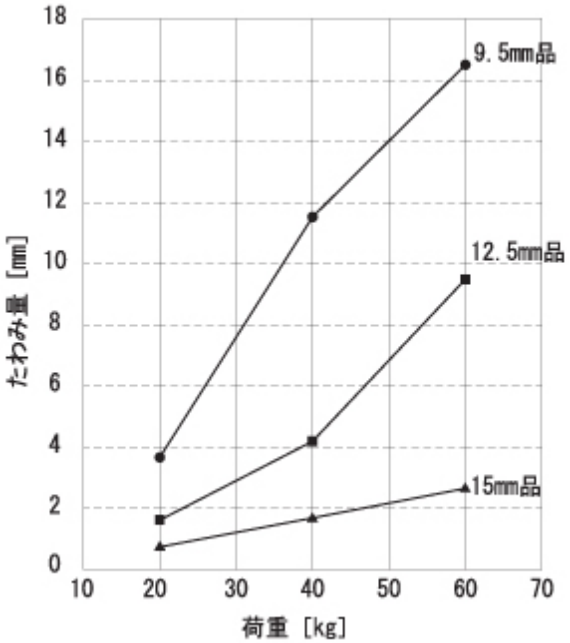


図-6.5.9 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 455mm の場合
（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）

2)　システム天井の場合

システム天井は吊り間隔が長く、仕上げボード 1 枚だけでの施工になるため、たわみに関しては注意が必要になる。システム天井のメーカーの中には、照明器具等、直に天井に荷重をかける器具に対しての耐荷重を公表しているものがあり、1.0kg 未満の器具については天井材に補強を施すことにし、1.0kg を超える器具に対しては別途支持を要求している。添付参考資料-6「天井材への荷重負担について」に記載のメーカー報告書を参照されたい。

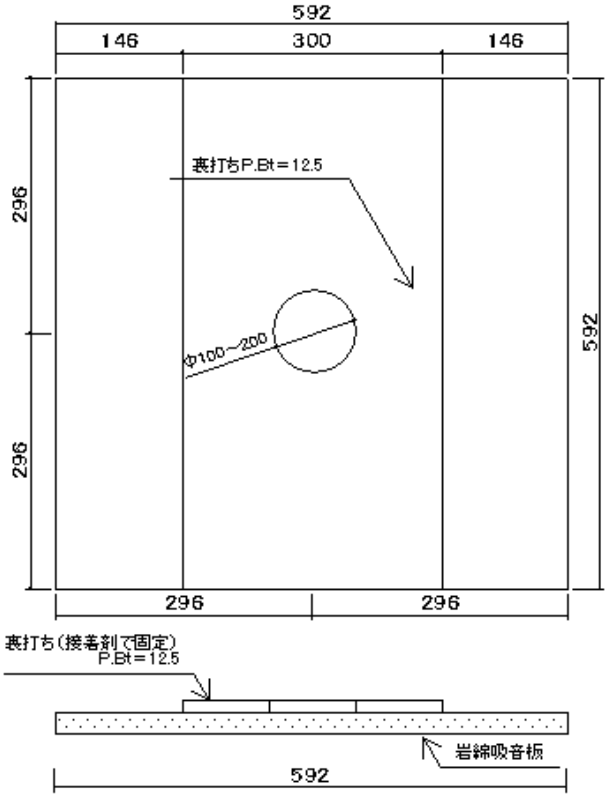


図-6.5.10　システム天井ボード向け設備開口の補強裏打ち方法

6.6　器具を改造する場合の留意点

既設の白熱灯、蛍光灯及び放電灯等の器具のランプを LED ランプに取替える市場ニーズは、内装工事を伴わない簡便さから、従来の照明器具から LED 照明器具に完全に移行するまでの過渡的な期間に増えていく。当協会では本来のランプ以外のランプを装着する目的での改造は推奨できないが、客先の要求などでやむなく改造する場合を想定して、工事に伴うトラブルを未然に防ぐ目的で注意点及び留意点を記載する。※1

注記※1 記載内容は(社)日本照明器具工業会の JLA2004:2010/7「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」より引用、詳細は「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」を参照のこと。

6.6.1　器具を改造した場合の補償責任

照明器具製造業者は照明器具について内蔵部品を含め、その性能、品質、安全性について責任を負っている。しかし、LED ランプ装着に伴う改造を施した器具については、器具製造業者に責任を求めることができず、改造に伴う事故並びに不具合については改造を施した者が責任を負うことになる。また、改造を伴わない既存のランプを LED ランプに置換える場合について、事故並びに不具合が生じた場合は、器具製造業者に責任を求めることができない。2)　従って、改造する場合は施主と補償責任の範囲を明確に協議し、書面などに残しておく必要がある。

6.6.2　認定・評定及び検定品の改造

法令等で規制された照明器具類（誘導灯は認定、非常用照明は評定、防爆器具は検定が必要な器具である。）は器具とランプが組合されて認定、評定、及び検定が成されている。従って、適合ランプを LED ランプに変えた場合は、その効力がなくなるため、認定、評定、及び検定を取り直さなければならない。2)

6.6.3　器具を改造する場合の注意点

(1)　改造時の確認事項 2)

1) 器具は電気用品安全法の技術基準に合致していること。
2) 内蔵機器（安定器、レギュレータ等）の定格値（ランプ電流）以下であること。
3) ソケット、端子等の定格値（電圧、電流）以下であること。
4) 器具の安定器、ソケット等が経年劣化していないこと。
5) 直管形 LED ランプ等、ランプ挿入時に片側ピンへの接触に対して、感電に対する保護がとられていること。(直管形蛍光ランプの場合、両ピン間の絶縁抵抗は 2MΩ 以上であること。)
6) 照度、配光、グレア、色温度及び演色性について、改造前の特性と比較して、問題が生じない性能を有していること。(使用環境で大きな差異が生じないこと。)

(2)　改造時に考慮すべき点 2)

1) 安定器、ソケット及び電線などの内蔵品については、経年劣化している場合があるため、できる限り改造時には交換する方が望ましい。
2) 改造及び結線変更後は絶縁抵抗試験、耐電圧確認試験等を必要な試験を実施する。
3) 改造後の定格値、ランプ型式、工事者名、工事日等の表示、または記録を保管する。
4) 改造以前のランプの再使用ができるか否かの表示をする。(器具の改造を伴わない直管形 LED ランプのみ取替える場合で、従来のランプを使用可能であっても、その旨を示す表示を行う。)

参考文献

1) 「電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン解説」ガイド-008-2011(2),p2,（一社）日本電球工業会
2) 「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」,p2, JLA2004:2010/7,（一社）日本照明器具工業会

7 章　おわりに

LED 照明は省エネルギー、環境性からの社会的ニーズから脚光を浴び、現状の照明環境を大きく変化させる事ができる次世代の照明であり、“あかり”として視環境を作っていた従来の光源から、更に浸透し生活環境に大きな変化をもたらす可能性を持つ光源と言える。例えば、LED 照明はこれまでの一室一灯から多灯分散への変化でエネルギー利用を最適にしながら「あかり空間」を創造でき、併せて調光・調色により時間帯や生活に合わせた「快適なあかりのセレクト」が可能な照明と言える。

現在、LED 照明は脱白熱電球の流れから、蛍光灯、放電灯の代替製品として進んでおり、一部の調査機関では、2012 年中に国内 LED 照明市場が 325 万台、528 億円の規模に成長するという予測もなされており、世界市場においても図-7.1.1 に示すように、最近 5 年間で 3.6 倍の急増を見せている。また、平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災以降の節電、省エネの気運の中、建設業を対象としたアンケート「省エネ・節エネ対応製品に関する関心度レポート：日経アーキテクチャ」の中で、建築主からの問い合わせがあった製品として、LED 照明が 66.8%と一番多く、『LED 照明＝省エネ・節エネ』と関心度の高さが窺える。

また、経済産業省と環境省は両大臣名で、平成 24 年 6 月 13 日に業界団体の「省エネあかりフォーラム」に対して LED 照明などの普及促進に協力する要請する文章が出された。このフォーラムには製造業者のほか、量販店など照明機器の製造・販売にかかわる 84 の企業・団体が加盟しており、業界全体に対して政府の明確な方針が伝わったことになる。文書は、「家庭で多用されている口金 26 型白熱電球等について、省エネ性能に優れた電球型蛍光ランプ・LED 照明等高効率な照明製品への切替えが進むよう、関係団体それぞれの立場で実施することができる取組について、一層の積極的な対応をお願いする。」との協力要請であり、「2012 年内に LED 照明など省エネ性に優れた製品への切り替えを促進し、白熱電球の製造・出荷を終了するように。」との内容であった。これにより家庭のほか店舗やオフィスでも LED 照明の普及が一気に進む可能性が大きくなったと言える。

このような背景の中で、LED 照明が品質面、安全面等からエンドユーザーに安心且つ満足して使用されるようになるためには、施工サイドの責務としては LED に関する正しい情報（知識）を理解し、それを基に工事を施工する事が重要であると考える。

報告書は LED 照明についてその特徴、器具の種類、現状の課題、及び関連法規・規格の動向について記述している基礎編と、施工時の留意点及び注意点を記述している施工編に分かれている。施工編では確固たる方向性を打ち出さず、問題提議で終わっている部分もあるが、普及段階での過渡的な面もあり、止む得ない部分もある。しかし、平成 24 年 7 月 1 日施行の電気用品安全法施行令及び技術基準や日本工業規格の改訂など法規・規格も徐々に整備が進んでおり、標準化に向けては今後逐次整備されて行く法規、法的な技術基準、及び規格・基準等の動向や、メーカーの開発動向、及び市場ニーズ等の情報を組み入れながら、更に検討を加え作業を進めて行く予定である。

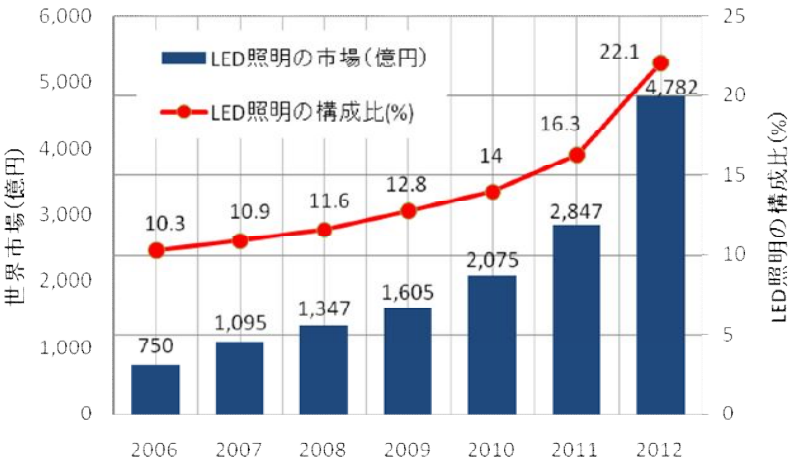


図-7.1.1　LED 照明の世界市場と照明器具中の構成比

参考資料-1

2009 年 7 月吉日

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿様

『直管蛍光ランプ形 LED』と弊社照明器具との組み合わせについて

弊社照明器具は、適合する蛍光ランプとの組み合わせを前提に設計・評価し、性能を保証していますので、蛍光ランプの代わりに取り付ける「直管蛍光ランプ形 LED」との組み合わせについては、以下の安全上の懸念事項があります。

1. 直管蛍光ランプ形 LED を使用した場合、既存器具の構成部品（ランプソケット、電線など）への電圧、電流が大きく異なり、器具品種によってはストレスの増加となり、故障、異常発熱の恐れがあります。
2. 蛍光ランプやランプソケットは JIS（JISC7601，JISC8324）で寸法が決められ、互換性がありますが、直管蛍光ランプ形 LED は JIS の規定がなく、ランプソケットとの嵌合性が十分でない可能性があり、保持不足により接触不良の恐れがあります。
3. 直管蛍光ランプ形 LED は蛍光ランプの重量（約 200g 弱：40W の場合）に比べかなり重いため（350g～720g：40W にて各メーカー資料による）ランプソケット外郭樹脂材料及びバネ材の劣化が促進され、長期使用時、振動などで落下の恐れがあります。
（ランプソケットは蛍光ランプ重量での設計であり、このような重量は想定しておりません。）
4. 直管蛍光ランデ形 LED を使用するには、その品種によっては既存器具の配線変更を伴う必要がありますが、この場合、一旦改造された器具に使用してはならない蛍光ランプやタイプの違う直管蛍光ランプ形 LED が誤って容易に装着される可能性があり、電源短絡や安定器のフィラメント回路短絡などの安全上の懸念が想定されます。
5. 弊社の一般照明器具は 4 万時間（1 日 10 時間程度のご使用でおよそ 10 年間）を経ると構成部品が劣化します。直管蛍光ランプ形 LED に変えても、器具トータルの寿命は LED 寿命とはならないため、安全上の理由から構成部品の交換が必要となります。

また、直管蛍光ランプ形 LED 自身も JIS で標準化されておらず、電気用品安全法の対象でもないため、安全基準が制定されていません。したがって、この直管蛍光ランプ形 LED の通常使用時の部品不良、長期使用時の安全性（発熱、発煙、発火の有無）も懸念されます。

以上より、照明器具メーカである弊社と致しましては、弊社器具と直管蛍光灯形 LED 照明器具との組み合わせによるご使用につきましては推奨できず、また、品質保証は致しかねます。

参考資料-2

事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について

平成２２年５月
経済産業省製品安全課

1. 改正の経緯

電気用品からの事故未然防止の観点から、近年事故が散見される製品及び今後急速な普及が見込まれる製品である以下の品目について、規制対象化とするための政省令等の改正を行う。

（１）「家庭用テーブルタップコードセット」（仮称）（規制対象として新規追加）
（２）「電気掃除機」（規制対象範囲を拡大）
（３）「リチウムイオン蓄電池」(規制対象範囲を拡大)
（４）「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）
（規制対象として新規追加）

（１）、（２）、（４）は、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）が事故事例等の分析を行い、本来 3 月に報告書を提出したものである。そのうち（１）、（４）は、電気用品調査委員会（事務局：日本電気協会）で技術基準等の改正案を検討し、本来３月に同委員会が報告書を提出したものである。
（３）については、平成 20 年 5 月の消費経済審議会製品安全部会において、２年後を目処に追加規制の方向性が示されているものである。
（１）から（４）については、5 月 24 日開催された第３回電気用品の安全に関する技術基準等に係る調査検討会（事務局：独立行政法人製品評価技術基盤機構）において審議された。
以上を踏まえ、関連する電気用品安全法の政省令の改正案を作成し、パブリックコメント等所要手続きを経て、本年度中を目処に政省令改正を行う予定。

――――――――――――――――――――――――――――省略――――――――――――――――――――――――――――

2.4 「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）

2.4.1 目的

ここ数年各社から、既存の白熱電球（白熱電灯器具）や蛍光ランプ（放電灯器具）と比べ、高い省エネ性能を有している LED ランプ（LED 照明器具）（別添の写真参照）が相次いで発売されている。

これらの製品は今後急速な普及が見込まれることから（別添のグラフ参照）、新たに特定電気用品以外の電気用品として規制対象とし、事故未然防止を図るべく政省令を改正する。

2.4.2 規制範囲

LED 照明だけでなく有機 EL 照明等の新世代の照明を含めた電子発光体を有する定格電圧が 100V～300V、かつ、定格周波数が 50 又は 60H z のランプ及び照明器具を対象とする。

※ 「電子発光体ランプ」について、一般照明用の電球形であって、安定に点灯するための装置を有し、定格消費電力が１ワット以上のものに限る。

※ 安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」について、最近のインバーター式のものは上記の定格電圧及び定格周波数の範囲外のものがあるので、本改正に伴せて安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」をこの範囲から除き、規制対象であることを明確化する。

2.4.3 技術基準概要

【共通事項】

既存の電気製品に共通の技術基準（材料、構造、部品及び附属品、消費電力の許容量、雑音の強さ、電圧変動による運転性能、二重絶縁構造、始動特性、漏洩電流測定、表示）を適用する。

【個別要求事項】

省令を改正し、既存の照明（器具）の規準を踏まえ、「電子発光体ランプ」にあっては、口金の耐腐食性、口金のねじり強さ、口金の寸法等、「電子発光体照明器具」にあっては、重量による構造制限、引きひもの強度、絶縁性能等を適用する。また、ＬＥＤ等に特有の長寿特性等を踏まえた性能規定を追加する。

3. スケジュール

・パブリックコメント（30 日間）：第 2 四半期(予定)
- WTO／TBT 通報（60 日間）：第 2 四半期（予定）
- 公布：今年度第 4 四半期（予定）
- 施行：公布から半年後又は 1 年後（予定）

参考資料-3

平成 23 年 7 月 1 日
経済産業省商務流通グループ製品安全課

電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について

「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令」が本日（7 月 1 日（金））閣議決定されました。
電気用品安全法は、電気用品による危険及び傷害の発生を防止することを目的に、政令で定める電気用品について省令で技術基準を定めています。規制対象となっている電気用品の製造事業者等は、電気用品を国が定める技術基準に適合させること及び販売時には技術基準への適合を示す「PSE マーク」を表示することが義務付けられています。
今般の政令改正においては、LED ランプを電気用品安全法に基づく電気用品として新たに規制対象に追加します。また、電気掃除機及びリチウムイオン蓄電池の規制対象範囲を拡大します。

1．規制対象品目

（1）LED ランプ等について

LED ランプ等が白熱電球等の照明器具の代替として急速に市場に出回りつつあり、また LED ランプ等で実際に事故が発生している点を踏まえ、今般、新たに規制対象とし、「エル・イー・ディー・ランプ」及び「エル・イー・ディー・電灯器具」を新たに規制対象に追加します。

（2）定格消費量が 1 キロワットを超える電気掃除機について

現在、「電気掃除機（定格消費電力が 1 キロワット以下のものに限る）」が規制対象となっていますが、近年、定格消費電力が 1 キロワット超の吸引力の大きい電気掃除機が一般家庭に普及しつつあり、ここ数年、電気掃除機の電源コードが発熱し、消費者が火傷を負う等の事故が目立つようになってきました。このため、定格消費電力が 1.5 キロワット以下のものまで規制対象範囲を拡大します。

（3）特殊な構造のリチウムイオン蓄電池について

リチウムイオン蓄電池の発煙・発火事故が急増したことを受けて、平成 20 年に規制対象としたところですが、特殊な構造のリチウムイオン蓄電池については、事業者による設計変更準備等のための一定の猶予期間（平成 20 年 11 月から 2 年間程度）を設けていました。今般、一定の猶予期間が経過したため、これまで規制対象外とされていた「特殊な構造の蓄電池」を新たに電気用品の規制対象とします。

2．今後の予定

公布：平成 23 年　7 月 6 日（水）
施行：平成 24 年　7 月 1 日（日）

参考資料-4

直管型 LED ランプを専用に使用する灯具に対する技術基準要求について

平成 24 年 6 月 29 日
経済産業省商務流通グループ製品安全課

平成 24 年 7 月 1 日から、エル・イー・ディー電灯器具が電気用品に追加されます。

直管型 LED ランプを専用に使用するものは、「エル・イー・ディー電灯器具」に含まれます。

直管型 LED ランプが使用者によって取り付け、又は取りはずすものにあっては、省令第 1 項技術基準別表第八　1 共通の事項　(2)構造　ラが要求されます。

安全性について実証できないものは、技術基準の適合性の確認ができないので、注意が必要です。この場合は、使用者によって取り付け、又は取りはずすことが出来るものではないものしなければなりません。

○電気用品の技術基準を定める省令（抜粋）

（昭和三十七年八月十四日）
（通商産業省令第八十五号）

別表第八　令別表第 1 第 6 号から第 9 号まで及び別表第 2 第 7 号から第 11 号までに掲げる交流用電気機械器具並びに携帯発電機

1　共通の事項
(2)　構造
ラ　器体の一部を取り付け、又は取りはずすものにあっては、次に適合すること。
（イ）取り付け、又は取りはずしの動作が容易に、確実に、かつ、安全にできること。
（ロ）電球又は放電管の取換え又は清掃のために開閉する部分の締付けは、容易に、確実に、かつ、安全にできること。

参考資料-5

消費者庁
Consumer Affairs Agency, Government of Japan

News Release

平成２４年６月１４日

一般照明用電球形ＬＥＤランプ販売業者１２社に対する景品表示法に基づく措置命令について

消費者庁は、本日、一般照明用電球形ＬＥＤランプ（以下「ＬＥＤ電球」という。）を販売する事業者１２社（以下「１２社」という。）に対し、景品表示法第６条の規定に基づき、措置命令（別添１～１２参照）を行いました。

１２社は、一般消費者に供給するＬＥＤ電球について、商品パッケージ等において、「白熱電球６０W形相当の明るさ」等と表示していましたが、実際には、用途によっては比較対照とした一般照明用白熱電球（以下「白熱電球」という。）と同等の明るさを得ることができないものであり、景品表示法に違反する行為（同法第４条第１項第１号（優良誤認）に該当）が認められました。

なお、本件は、公正取引委員会（公正取引委員会事務総局近畿中国四国事務所及び同九州事務所）との合同調査の結果を踏まえ、当庁が措置命令を行うものです。

１．１２社の概要

―――――――――――――省略―――――――――――――

２．　措置命令の概要

（１）対象商品

１２社がそれぞれ一般消費者に供給するＬＥＤ電球（計５４商品）

（２）対象表示

１２社は、商品パッケージ等において、対象商品について、白熱電球の４０ワット形又は白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることができるような表示をしていた。

―――――――――――――省略―――――――――――――

（３）実際

ア．日本工業規格（ＪＩＳ）において、白熱電球の４０ワット形の全光束は４８５ルーメン、白熱電球の６０ワット形の全光束は８１０ルーメンと規定されている。

イ．白熱電球は、ほぼ全方向へ配光されるのに対し、ＬＥＤ電球は、現時点においては、下方向（下向きの照明器具に取り付けて用いる場合。以下同じ。）への配光が

強く、上方向及び水平方向への配光が弱い形状のものが多い。このような形状のＬＥＤ電球を、例えば白熱電球の６０ワット形の代替品として、ダウンライト、スポットライト等の上方向及び水平方向へ光が広がる必要性の低い照明器具等に取り付けて用いる場合には、当該ＬＥＤ電球の全光束が白熱電球の６０ワット形の全光束より低くても、下方向の明るさが白熱電球の６０ワット形と同等となる程度の全光束であれば、白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることができる。しかし、空間全体を照らすための照明器具等に取り付けて用いる場合には、少なくとも白熱電球の６０ワット形と同等以上の全光束でなければ、白熱電球の６０ワット形と同等の明るさを得ることはできない。

ウ．実際には、対象商品の全光束は、ほとんどが前記アの値を大きく下回るものであり、用途によっては比較対照とした白熱電球と同等の明るさを得ることができないものであった。

――――――――――――――――省略――――――――――――――――

（４）１２社に対する命令の概要

ア．１２社が行った前記２(2)記載の表示は、ＬＥＤ電球の内容について、一般消費者に対し、実際のものよりも著しく優良であると示すものであり、景品表示法に違反するものである旨を、一般消費者へ周知徹底すること。

イ．再発防止策を講じて、これを社内に周知徹底すること。

ウ．今後、同様の表示を行わないこと。

参考資料-6

2011 年 2 月吉日

御中

天井材への荷重負担について

謹啓

時下ますますご清祥の段、お慶び申し上げます。

平素は弊社商品に格別のご高配を賜り、有り難く厚くお礼申し上げます。

上記の件につきましてご報告申し上げますのでご高承を賜りますようお願い申し上げます。

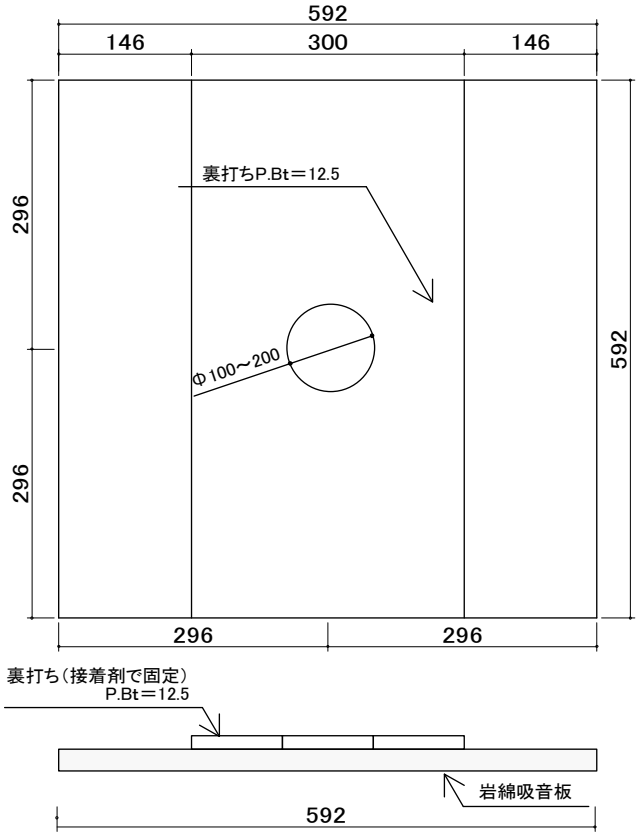
敬具

システム天井ハイロッキーＬへの荷重負担は、1kg 未満は補強を施すことで天井材に取付けるようお願いしております。

1kg 以上の場合に関しましては、物の大きさに関係なく直吊り等で天井材に負荷をかけないよう施工をお願いしております。

ご理解の程、宜しくお願い致します。

システム天井向け設備開口補強裏打ち方法



LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告

（平成２４年１０月）

平成 23 年 10 月　　発行
平成 24 年 10 月　　改訂

著　者　一般社団法人　日本電設工業協会　技術・安全委員会
LED 照明器具取付標準化 WG

発行所　一般社団法人　日本電設工業協会

〒107-8381　東京都港区元赤坂 1-7-8
電　話　(03)5413-2161
F A X　(03)5413-2166
http://www.jeca.or.jp

2012－10　　©　無断転載を禁ず